



**PENGARUH PROSES CARBURIZING DENGAN SERBUK
TULANG SAPI TERHADAP KEKUATAN MEKANIK BAJA ST 37 PADA
PEMBUATAN BAUT E-BOLT PENARIK KAWAT BAJA**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka Penyelesaian Studi
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Mesin

Oleh :

Arief Fatchurrozy
NPM. 6415500018

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL

2020

PERSETUJUAN

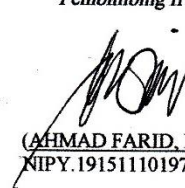
Disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dipertahankan dihadapan Sidang
Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal.

Tanggal :

Pembimbing I


(M. FAJAR SIDQ, S.T. M.Eng)
NIP .197908082005011001

Pembimbing II

 5/2/2020
(AHMAD FARID, MT)
NIPY.191511101978

PENGESAHAN

Telah dipertahankan dihadapan Sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas
Teknik Universitas Pancasakti Tegal.

Pada hari *Jumat*
Tanggal *7 - Februari 2020*

Dosen Penguji

Penguji I

(M. FAJAR SIDIO, ST, MENG)
NIP. 197908082005011001

(.....)

Penguji II

(HADI WIBOWO, ST, MT)
NIPY. (20651641971)

(.....)

Penguji III

(SAUFIK LUTHFIANTO, MT)
NIPY. (18752531981)

(.....)

Disahkan
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Pancasakti Tegal



(.....)
AGUS WIBOWO, ST, MT
NIPY. 126518101972

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Tiada doa yg lebih indah selain doa agar skripsi ini cepat selesai.
2. Pendidikan merupakan perlengkapan paling baik untuk hari tua.
3. Berangkat dengan penuh keyakinan. Berjalan dengan penuh keikhlasan. Istiqomah dalam menghadapi cobaan. .
4. Setiap pekerjaan dapat diselesaikan dengan mudah bila dikerjakan tanpa keengganan.
5. Jangan tunda sampai besok apa yang bisa engkau kerjakan hari ini.
6. setiap perjuangan membutuhkan proses, namun proses itu tidak akan pernah terjadi apabila kita tidak pernah bertindak.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya mempersembahkan sebagai tugas akhir untuk :

1. Kedua bapak dan ibuku tercinta yang saya hormati
2. Kepada istriku tercinta yang setia menemani dikala aku lelah dalam tugas ini
3. Teman teman almamater yang memberikan yang selalu memberikan semangat.
4. Pembaca yang budiman

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul *Pengaruh Proses Carburizing dengan serbuk Tulang Sapi Terhadap Kekuatan Mekanik baja st 37 pada Specimen Baut E-Bolt penarik kawat baja* . ini beserta seluruh isinya adalah benar benar karya saya sendiri,dan tidak melakukan penjiplakan dan pengutipan dengan cara tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko /sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini,atau ada sesuatu klaim lain terhadap pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Tegal,.....2020

Yang membuat pernyataan



Arief Fatchurrozy

PRAKATA

Dengan memanjatkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan karunianya, sehingga penulis berhasil menyelesaikan laporan skripsi ini berjudul *Pengaruh Proses Carburizing dengan serbuk Tulang Sapi Terhadap Kekuatan Mekanik baja st 37 pada Specimen Baut E-Bolt penarik kawat baja*.

Penyusun skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan dan bantuannya dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Agus Wibowo, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal.
2. Bapak M. Fajar Sidiq ST, M. Eng, selaku Dosen pembimbing I yang telah memberikan masukan dan dorongan dalam mengerjakan skripsi ini.
3. Bapak Ahmad Farid, ST, MT, selaku Dosen pembimbingan II yang telah memberikan arahan, petunjuk dan dorongan motivasi.
4. Segenap Dosen dan Staff Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal.
5. Teman-teman almamater yang telah memberikan doa dan motivasi sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas skripsi ini.

Semoga Allah SWT memberikan balasan kepada beliau atas jasa-jasanya yang telah membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, maka kritik dan saran yang membangun, akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat dan referensi bagi para pembaca.

Tegal,2020

Penulis

ABSTRAK

Arief Fatchurrozy,2020 Pengaruh Proses Carburizing Tulang Sapi Terhadap Kekuatan Mekanik Baud E-Bolt Penarik Kawat Baja,Teknik Mesin Fakultas Teknik UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL.

Perkembangan dunia industri yang semakin maju, mendorong para pelaku dunia industri untuk meningkatkan kebutuhan penggunaan dari hasil pengerasan baja yang dibutuhkan konsumen. Perkembangan teknologi terutama dalam pengerasan logam pada besi.logam besi sebagai unsur dasar dengan beberapa elemen lainnya,termasuk karbon.kandungan unsur karbon dalam baja berkisar 0,3% -1,5%.penelitian ini bertujuan mengetahui nilai kekerasan karbon dengan media serbuk tulang sapi terhadap proses heatretmen dengan pengujian uji tarik dan uji lengkung dengan proses quenching pada suhu 900°C selama 120 menit dan carburizing pada suhu 900°C selama 120 menit dengan penahanan 60 menit.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan penelitian specimen dibagi menjadi 3 uji ,3 specimen uji kekerasan digunakan standar JIS 2243, 3 specimen uji tarik digunakan standar JIS Z 2241 dan 3 specimen uji lengkung digunakan standar JIS Z2248 .bahan yang digunakan baja S 37C dengan karbon 0,42% ,penambahan serbuk tulang sapi,media pendingin coolant.oli sae 40 dan air laut.Alat yang digunakan mesin bubut ,jangka sorong,mistar baja,dapur pemanas,box karburizing,mesin uji tarik dan bending dan mesin uji kekerasan brinel.sebelum uji tarik dan lengkung baja diproses carburizing terlebih dahulu dengan suhu 900°C selama 120 menit dipenahana selama 60 menit.dalam tungku pemanas.

Hasil dari proses uji kekerasan raw material dengan rata rata 128 HB yang belum proses heatretmen,seandainya specimen yang memiliki nilai kekerasa yang sudah melaui proses yaitu pada media oli sae 40 dengan nilai kekerasan rata rata 176 HB,media air laut memiliki nilai rata -rata 232 HB,seandainya untuk specimen dengan media coolant meiliki rata rata 158HB,untuk uji tarik memiliki nilai rata rata dengan media pendingn yang berbeda yaitu nilai rata rata uji tarik media coolant 508 N/mm²,uji tarik media pendingin oli sae 40 ,691,67 N/mm²,uji tarik media pendingi air laut nilai rata rata 751,33 N/mm² ,dan uji bending dengan media pendingin coolant memiliki nilai rata rata 860 N/mm²,uji bending dengan media air laut 1149 N/mm²,uji bending media pendingin oli 1200 N/mm².

Kata kunci : carburizing,uji kekerasan,uji tarik

ABSTRACT

Arief Fatchurrozy, 2020 Effects of the Carburizing Process of Cattle Bone on the Mechanical Strength of Baud E-Bolt., Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, PANCASAKTI UNIVERSITY, TEGAL.

The development of the increasingly advanced industrial world, encourages the players of the industrial world to increase the need for use of the results of hardening of steel needed by consumers. Technological developments, especially in the hardening of metals in iron. Iron metal as a basic element with several other elements, including carbon. The unsaturated carbon content in steel ranges from 0.3% to 1.5%. This study aims to determine the value of carbon hardness with bovine bone media to the heat treatment process by tensile testing and curvilinear testing with a quenching process at 900 °C for 120 minutes and carburizing at 900 °C for 120 minutes .

The method used in this research is the research specimen is divided into 3 tests, 3 hardness test specimens are used JIS 2243 standard, 3 tensile test specimens are used JIS Z 2241 standard and 3 arch test specimens are used JIS Z2248 standard. Materials used are S 37C steel with S 37C steel 0.42% carbon, addition of bone bone powder, coolant media. oli sae 40 and sea water. Tools used are lathes, calipers, steel bar, kitchen heater, carburizing box, tensile and bending testing machines and brinell hardness testing machines . before the tensile test and curvature of the steel is processed carburizing beforehand with a temperature of 900 °C for 120 minutes.

The results of the raw material hardness test process with an average of 128 HB that have not yet been heat-treated, while the specimens that have a hardness value that has gone through the process are on oil sae 40 media with an average hardness value of 176 HB, seawater media has an average value of 232 HB, while for specimens with coolant media have an average of 158HB, for tensile tests have an average value with a different cooling media that is the average value of the 508 N / mm² coolant media tensile test, the tensile test of oil coolers at 40, 691.67 N / mm², tensile test of seawater pendingi media average value of 751.33 N / mm², and bending test with coolant cooling media has an average value of 860 N / mm², bending test with seawater media 1149 N / mm², bending test of cooling media 1200 N / mm² oil.

Keywords: carburizing, hardness test, tensile test

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.0 Baut E-bolt	1
2.1 Specimen baut ebolt	6
2.2 Tulang Sapi.	11
2.3 <i>Coolant</i> bubut.....	15
2.4 Diagram fasa baja karbon	19
2.5 Alat uji kekerasan	19
2.6 Mesin uji tarik	21
2.7 Kurva tegangan baja.....	22
2.8 Pengukur rengangan.....	23
2.9 Specimen uji tarik	24
2.10 Uji lengkung	25
3.1 Plat blander	34
3.2 Gambar pandangan atas	35
3.3 Gambar pandangan belakang	35
3.4 Gambar pandangan samping	36
3.5 Bahan specimen uji tarik	36
3.6 Gambar specimen ditungku pemanas	37
3.7 Pengukuran uji tarik	39
3.8 Pengukur regangan	40
3.9 Diagram alir penelitian	43

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Tabel specimen baut E-bolt.....	38
4.2 Tabel Raw material	39
4.3 Tabel unsur kimia	39
4.4 Tabel uji kekerasan	40
4.5 Tabel uji bending media pendingin <i>coolant</i>	42
4.6 Tabel uji bending media pendingin air laut	43
4.7 Tabel uji bending media pendingin oli sae 40	43
4.9 Tabel uji Tarik media pendingin <i>coolant</i>	44
4.10 Diagram uji lengkung	44
4.11 Tabel uji Tarik media pendingin oli sae 40	45
4.12 Tabel uji Tarik media pendingin air laut	46
4.13 Diagram uji tarik	48

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
PENGESAHAN	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	iv
PERNYATAAN.....	Error! Bookmark not defined.
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR ISI.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Permasalahan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Landasan Teori	5
2.2 Media Pendingin	10
2.3 Spesifikasi Baja.....	13
2.4 Klasifikasi Baja	13
2.5 Sifat Mekanik Baja.....	14
2.6 Diagram Fasa Fe-C	15

2.7	Pengujian Kekerasan.....	16
2.8	Pengujian Tarik	20
2.9	Pengujian Bending	24
3.0	Tinjauan Pustaka	26
BAB III METODE PENELITIAN		31
3.1	Diagram Alur Peneliitian.....	31
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	31
3.3	Alat-alat dan Bahan	32
3.4	Langkah-langkah Penelitian	36
3.5	Langkah-Langkah Proses Pengujian	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		45
4.1	Hasil Penelitian.....	46
BAB V PENUTUP.....		61
5.1	Kesimpulan.....	61
5.2	Saran saran	62
DAFTAR PUSTAKA		63
LAMPIRAN GAMBAR.....		64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Seiring dengan perkembangan dunia industri yang semakin maju, mendorong para pelaku dunia industri untuk meningkatkan kebutuhan penggunaan dari hasil pengerasan baja yang dibutuhkan konsumen. Perkembangan teknologi terutama dalam pengerasan logam mengalami kemajuan yang sangat pesat. Untuk memenuhi tuntutan konsumen dalam teknik pengerasan logam ini peneliti mencoba mengangkat permasalahan pengerasan logam pada baja karbon sedang, khususnya pada baut ebolt yaitu baut seling pengunci untuk pekerjaan proyek . Baja ini sering digunakan untuk pembuatan baut. Hal yang mendasari penelitian ini adalah sifat mekanis dari baut *e-bolt*, dimana salah satunya kekerasan yang tidak merata akibat proses penempaan konvensional.



Gambar 1: Baut E-Bolt

Adapun Alasan yang mendasari peneliti mengambil baja karbon st 37 tersebut banyak dipergunakan dalam bidang teknik atau industri. Besi ini memiliki kekerasan yang tinggi ehingga cocok untuk komponen yang membutuhkan kekerasan, keuletan, maupun ketahanan terhadap gesekan. Usaha

menjaga agar logam lebih tahan gesekan atau tekanan adalah dengan cara perlakuan panas pada besi, hal ini memegang peranan penting dalam upaya meningkatkan kekerasan baja sesuai kebutuhan. Proses ini meliputi pemanasan baja pada suhu tertentu, dipertahankan pada waktu tertentu dan didinginkan pada media tertentu pula. Perlakuan panas mempunyai tujuan untuk meningkatkan keuletan, menghilangkan tegangan internal, menghaluskan butir kristal, meningkatkan kekerasan, meningkatkan tegangan tarik logam dan sebagainya, tujuan ini akan tercapai seperti apa yang diinginkan jika memperhatikan faktor yang mempengaruhinya, seperti suhu pemanasan dan media pendingin yang digunakan.

Salah satu proses perlakuan panas pada baja adalah pengerasan (*hardening*), yaitu proses pemanasan baja sampai suhu di bawah daerah atau diatas daerah kritis disusul dengan pendinginan yang cepat dinamakan *quench*, (Djafrie, 1995). Untuk menghasilkan suatu produk yang menuntut keuletan dan tahan terhadap gesekan perlu dilakukan proses pemanasan ulang atau *temper*. Pada prosesi penemperan bertujuan untuk meningkatkan keuletan suatu material dan mengurangi kerapuhan atau getas. Pengaruh dari suhu *temper* ini akan berpengaruh menurunkan tingkat kekerasan dari logam. Kekerasan merupakan sifat ketahanan dari bahan terhadap penekanan.

Kekerasan dalam penelitian ini adalah ketahanan dari baja baut e-bolt terhadap penekanan dari hasil pengujian Brinell. Penelitian disini membatasi cara pemanasan logam dengan cara *tempering*.

1.2 Rumusan Permasalahan

Adapun permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian skripsi ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh Carburizing serbuk tulang sapi terhadap hasil nilai bending/Lengkung ,nilai Kekerasan dan Kekuatan Tarik pada baut ebolt ?
2. Bagaimana pengaruh *quenching* Terhadap hasil carburizing serbuk tulang sapi ?

1.3 Batasan Masalah

Adapun pembatasan masalah dalam penelitian skripsi ini yaitu:

1. Material yang digunakan adalah baut e-bolt baja karbon rendah yang merupakan bahan yang digunakan sebagai alat pengait kawat baja pada konstruksi cor beton.
2. Media pendingin yang digunakan pada proses *quenching* yaitu *coolant*, air laut dan oli SAE40
3. Pemanasan awal dilakukan pada suhu 900°C selama 2 jam kemudian setelah itu proses *quenching*.
4. Pengujian sifat mekanis setelah dilakukan proses *heat treatment* meliputi uji kekerasan, uji tarik dan uji bending setelah dilakukan proses *heat treatment*.
5. Penambahan bahan carburizing dari tulang sapi sebanyak 2 kg yang tersedia dan ditemui dipasaran.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1) Tujuan penelitian

- a. Untuk mengetahui pengaruh *quenching* terhadap kekerasan dan kekuatan tarik serta pada baut e-bolt.
- b. Untuk mengetahui proses carburizing dari hasil *quenching* pada baut e-bolt.

2) Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- a. Terciptanya material yang lebih ulet .
- b. Mengetahui wawasan tentang proses pendinginan secara berbeda beda media pendinginan.
- c. Dapat dijadikan referensi bagi perusahaan maupun masyarakat secara umum tentang spesifikasi penambahan proses Quenching dalam media *coolant*, air laut dan oli.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan proposal ini terdiri dari sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penelitian.

BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang berbagai landasan teori yang dijadikan acuan dan digunakan untuk analisis masalah yang menjadi topik bahasan dalam penelitian ini antara lain : uji kekerasan, uji tarik dan uji bending/lengkung

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang metode penelitian, waktu dan tempat penelitian, sample dan teknik pengambilan sample, variabel penelitian, metode pengumpulan data, metode analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan berisi tentang hasil data yang dibutuhkan antara lain : hasil pengujian komposisi spesimen, uji kekerasan dan uji kekuatan tarik, serta foto struktur mikro butiran pada baut e-bolt.

BAB V PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Landasan Teori

Dalam kehidupan sehari-hari tentunya kita sering menemukan baut dan mur. Baut dan mur atau disebut juga Baut E-bolt seperti yang digunakan dalam dunia konstruksi bangunan, jalan tol dan otomotif dll. Sebagai suatu kesatuan baut dan mur menyambungkan suatu komponen agar menjadi suatu bagian utuh secara tidak permanen dengan tanpa merusak bodi dari komponen tersebut. Karena tidak permanen, sambungan dari sebuah komponen dapat dilepas atau dipasang kembali dengan mudahnya.



Gambar 2.1 : Baut E-bolt

Baut atau mur tidak dapat menjalankan fungsinya dengan baik jika berdiri sendiri-sendiri. Baut tidak akan bisa menyambungkan sebuah komponen dengan rekat jika tidak dilengkapi dengan mur, begitupun sebaliknya. Baut E-bolt dalam konstruksi bangunan biasanya digunakan dalam proses pengaitan pasak yang digunakan sebagai fondasi. Ketika

dipasang, baut atau mur biasanya juga dilengkapi dengan ring. Ring ini yang nantinya berfungsi untuk mencegah baut dan mur dol sehingga menyebabkan ambruknya konstruksi bangunan.

Keuntungan menggunakan sambungan baut **E-bolt** Tentunya ada banyak keuntungan menggunakan sambungan baut dan mur dalam bidang konstruksi suatu bangunan, dan keuntungannya sebagai berikut:

1. Menggunakan baut dan mur membuat sambungan lebih mudah disetel dan dipasang.
2. Untuk sambungan yang dapat dibongkar atau dipasang kembali sesuai penggunaan dan kebutuhan.
3. Bisa digunakan untuk menarik kawat baja pada konstruksi yang bersifat berat pada suatu proyek jalan tol.

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi perlakuan panas, yaitu suhu pemanasan, waktu yang diperlukan pada suhu pemanasan, laju pendinginan dan lingkungan atmosfer. Perlakuan panas adalah kombinasi antara proses pemanasan atau pendinginan dari suatu logam atau paduannya dalam keadaan padat untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu. Untuk mendapatkan hal ini maka kecepatan pendinginan dan batas temperatur sangat menentukan.

1. Carburising

Karburisasi atau carburizing adalah proses penambahan unsure karbon pada permukaan baja karbon rendah dengan metode difusi intersisi. Pemanasan carburizing dilakukan pada suhu $900^{\circ}\text{C} - 950^{\circ}\text{C}$. unsure karbon dapat diperoleh dari arang kayu, arang batok kelapa atau suatu material yang mengandung unsure karbon. Pengarbonan bertujuan untuk

memberikan kandungan karbon yang lebih banyak pada bagian permukaan dibandingkan dengan bagian dalam, sehingga kekerasan pada permukaan lebih meningkat, tebal permukaan yang dikarburizing dalam lingkungan melepaskan karbon, tergantung waktu, dan suhu carburizing.

2. Hardening

Hardening Proses ini berguna untuk memperbaiki kekerasan dari baja tanpa dengan mengubah komposisi kimia secara keseluruhan. Proses ini mencakup proses pemanasan sampai pada austenisasi dan diikuti oleh pendinginan dengan kecepatan tertentu untuk mendapatkan sifat-sifat yang diinginkan. Temperatur yang dipilih tergantung pada jenis baja yang diproses, dimana temperatur pemanasan 50-100 0C di atas garis A3 untuk baja hypoeutektoid. Sedangkan proses pendinginannya bermacam-macam tergantung pada kecepatan pendinginan dan media quenching yang dikehendaki. Untuk pendinginan yang cepat akan didapatkan sifat logam yang keras dan getas sedangkan untuk pendinginan yang lambat akan didapatkan sifat yang lunak dan ulet.

Kekerasan benda kerja hasil proses hardening tergantung pada temperatur pemanasan, lama waktu pemanasan, laju pendinginan, komposisi kimia, kondisi permukaan, ukuran dan berat benda kerja (Mubarok, Fahmi, 2008).

3. Quenching

Pengertian pengerasan ialah perlakuan panas terhadap baja dengan sasaran meningkatkan kekerasan alami baja. Perlakuan panas menuntut

pemanasan benda kerja menuju suhu pengerasan dan pendinginan secara cepat dengan kecepatan pendinginan kritis.

Proses quenching adalah pendinginan secara cepat berupa pencelupan baja yang telah berada pada temperatur pengerasannya pada udara, air laut air coolant dan oli sebagai media pendingin. Kemampuan suatu jenis media dalam mendinginkan spesimen bisa berbeda-beda, semakin cepat logam didinginkan maka akan semakin keras sifat logam tersebut.

4. Tempering

Tempering didefinisikan sebagai proses pemanasan logam setelah dikeraskan (*quenching*), Proses perlakuan panas bertujuan untuk memperoleh logam yang keras, lunak, ulet, meningkatkan mampu mesin, menghilangkan tegangan sisa. Perlakuan panas yang dilakukan kadang sering diasosiasikan sebagai cara untuk menaikkan kekerasan material, sebenarnya dapat digunakan untuk mengubah sifat tertentu yang berguna atau dengan tujuan tertentu untuk kepentingan manufakturnya, seperti: menaikkan sifat machining, menaikkan sifat mudah dibentuk, mengembalikan elastisitas setelah proses cold work. Bahkan perlakuan panas bukan hanya sebagai penolong sifat manufaktur, tetapi juga dapat meningkatkan performa material dengan meningkatnya kekuatan atau karakteristik tertentu dari material yang telah diproses laku panas (Beumer, 1985).

4. Baja ST 37

Baja karbon rendah (ST 37) pada baud E-bolt memiliki kandungan karbon kurang dari 0,17% C disamping itu mengandung unsur lain yaitu

0,19% Si, 0,85% Mn, 0,00% Cu, 0,01% P dan 0,01% S. Sifat dari baja karbon sangat ditentukan oleh kandungan karbon pada Baja ini sering dipakai juga untuk konstruksi-konstruksi yang saling menarik pada suatu pengerjaan proyek suatu jalan tol karena bahan yang digunakan sangat ulet. Namun kekerasan permukaan dari baja tersebut tergolong rendah sehingga sebelum digunakan untuk konstruksi konstruksi yang disebutkan di atas, maka perlu dimodifikasi atau memperbaiki sifat kekerasan pada permukaannya. Baja karbon rendah ini tidak dapat dikeraskan secara konvensional tetapi melalui penambahan karbon dengan proses *carburising*. Baja-baja struktural DIN 17100 ditandai dengan kode/nomor seperti St37, St42, St44, St50, dst. Penomoran tersebut tentu saja memiliki makna yang menunjukkan spesifikasi dari baja struktural. Penomoran secara umum dimaksudkan untuk memudahkan penamaan baja atau material sesuai komposisi, spesifikasi, atau sifat baja. Berikut makna dari baja-baja struktural DIN 17100:

St 37 memiliki makna baja (dalam bahasa Jerman: stahl; dalam bahasa Inggris: steel). 37 memiliki makna kekuatan tarik sebesar 37 kg/mm² atau sekitar 360-370 N/mm². Sehingga St menunjukkan baja struktural, sedangkan dua digit di belakang menunjukkan kekuatan tarik dalam kg/mm². Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa St37 merupakan baja struktural dengan kekuatan tarik sebesar 37 kg/mm². DIN 17-100 mengatur jenis baja karbon untuk keperluan pembuatan komponen mesin yang distandarkan menurut kekuatan tarik. Baja ST 37 mempunyai kekuatan tarik 37-45 Kg/mm² dan kadar karbonnya 0,16 %.

5. Kandungan utama Tulang Sapi

Tulang sapi merupakan salah satu komponen dari limbah RPH. Tulang potensinya cukup besar mengingat bobot yang dihasilkan cukup besar yakni mencapai 15% dari berat bobot. Bahan padatan utama tulang mengandung kristal kalsium hidroksiapatit $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ dan kalsium karbonat (CaCO_3) yang berpotensi digunakan sebagai adsorben aktif, yakni tulang yang diproses sedemikian rupa sehingga mempunyai kemampuan adsorpsi yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk padat maupun larutan (yang didalamnya mengandung logam berat yang bersifat toksik). Tulang sapi merupakan tempat penyimpanan garam kalsium didalam hewan. Mineral yang utama adalah kalsium fosfat dan karbonat. Selain itu tulang mengandung sekitar 1% asam sitrat. Hasil analisis menunjukan bahwa penyusunan utama tulang adalah trikalsium fosfat dengan sebagian kecil kalsium karbonat.



Gambar.2.2 : tulang sapi

Untuk mendapatkan baja dengan nilai kekerasan tertentu agaklah sulit, walaupun ada harganya cukup mahal. Oleh karena itu perlu adanya terobosan untuk mencari alternatif lain untuk mengubah nilai kekerasan baja yang tersedia khususnya baja karbon rendah. Untuk mengubah nilai kekerasan dari baja karbon rendah diperlukan beberapa proses pengerjaan logam salah satu diantaranya melalui proses penambahan karbon dari baja tersebut atau yang sering disebut karburasi.

2.2 Media Pendingin

Media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan baja bermacam-macam. Berbagai bahan pendingin yang digunakan dalam proses perlakuan Panas antara lain :

1. Air laut

Air adalah zat atau unsur yang paling penting bagi semua bentuk kehidupan yang diketahui sampai saat ini di bumi, air merupakan zat cair yang tidak mempunyai rasa, warna dan bau (Etnize, 2010).

Air dapat berupa air tawar (fresh water) dan air asin (air laut) yang merupakan bagian terbesar di bumi ini. Di dalam lingkungan alam proses, perubahan wujud, gerakan aliran air (di permukaan tanah, di dalam tanah, dan di udara) dan jenis air mengikuti suatu siklus keseimbangan dan dikenal dengan istilah siklus hidrologi.

Air laut merupakan air yang berasal dari laut, memiliki rasa asin, dan memiliki kadar garam (salinitas) yang tinggi, dimana rata-rata air laut di lautan dunia memiliki salinitas sebesar 35. Hal ini berarti untuk setiap satu liter air laut terdapat 35 gram garam yang terlarut di dalamnya. Kandungan

garam-garaman utama yang terdapat dalam air laut antara lain klorida (55%), natrium (31%), sulfat (8%), magnesium (4%), kalsium (1%), potasium (1%), dan sisanya (kurang dari 1%) terdiri dari bikarbonat, bromida, asam borak, strontium, dan florida, sedangkan air tawar merupakan air dengan kadar garam dibawah 0,5 ppt

Pendinginan dengan menggunakan air akan memberikan daya pendinginan yang cepat. Biasanya ke dalam air tersebut dilarutkan garam dapur sebagai usaha mempercepat turunnya temperatur benda kerja dan mengakibatkan bahan menjadi keras. Air memiliki karakteristik yang khas yang tidak dimiliki oleh senyawa kimia yang lain. Karakteristik tersebut adalah sebagai berikut (Dugan, 1972; Hutchinson, 1975; Miller, 1992). Pada kisaran suhu yang sesuai bagi kehidupan, yakni 0°C (32°F) – 100°C , air berwujud cair. Suhu 0°C merupakan titik beku (*freezing point*) dan suhu 100°C merupakan titik didih (*boiling point*) air. Perubahan suhu air berlangsung lambat sehingga air memiliki sifat sebagai penyimpan panas yang sangat baik. Sifat ini memungkinkan air tidak menjadi panas atau dingin dalam seketika. Air memerlukan panas yang tinggi dalam proses penguapan.

Penguapan (evaporasi) adalah proses perubahan air menjadi uap air. Proses ini memerlukan energi panas dalam jumlah yang besar. Oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan air es dalam proses pendinginan setelah proses *Heat Treatment* karena dapat mendinginkan logam yang telah dipanaskan secara cepat. Suhu air es berkisar antara 0°C - 5°C , densitas (berat jenis) air maksimum sebesar 1 g/cm^3 terjadi pada suhu $3,95^{\circ}\text{C}$. Pada suhu

lebih besar maupun lebih kecil dari $3,95^{\circ}\text{C}$, densitas air lebih kecil dari satu (Moss, 1993; Tebbut, 1992).

2. Minyak oli SAE 40

Minyak yang digunakan sebagai fluida pendingin dalam perlakuan Panas adalah benda kerja yang diolah. Selain minyak yang khusus digunakan Sebagai bahan pendingin pada proses perlakuan panas, dapat juga digunakan oli,minyak bakar atau solar.

Oli ialah salah satu jenis minyak pelumas dan dapat digolongkan menjadi dua bentuk, yaitu cair (liquid) atau biasa disebut oli, dan setengah padat (semi solid) Minyak pelumas cair (oli) dengan SAE 40 di wilayah Indonesia. Oli bekas merupakan oli yang bekas digunakan setelah pemakaian engine bekerja biasanya sifat kekentalannya turun (encer).

3. Dromus (coolant)

Pendinginan dilakukan untuk perlakuan panas (*heat treatment*) pada matrial logam yang membutuhkan pendinginan lambat. Untuk keperluan tersebut udara yang disirkulasikan ke dalam ruangan pendingin dibuat dengan kesempatan kepada logam untuk membentuk kristal – kristal dan kemungkinan mengikat unsur – unsur lain dari udara. Adapun pendinginan pada udara terbuka akan memberikan oksidasi oksigen terhadap proses pendinginan.

Coolant merupakan cairan hasil campuran ethylene atau propylene glycol dan air. Biasanya rasio perbandingan zat mineral itu berkisar 50;50 Fungsi coolant bukan untuk mendinginkan temperatur, tetapi memperpanjang titik didih air di dalam sistem pendinginan engine. Pada

proses quenching peneliti menggunakan dua jenis coolant yang akan dipakai diantara nya water spray coolant yang terdapat pada mesin bubut. Rasio campuran antara air dengan minyak dromus 1:20 agar campuran liquid ini menjadi putih susu dan siap digunakan.



Gambar 2.3 : Coolant bubuk

Sumber : Bagus ,2013

Selain coolant untuk mesin bubut peneliti juga menggunakan media air yang tercampur coolant mesin bubut sebagai media Quenching yang sering digunakan didunia industry yang mudah dicari.

2.3 Spesifikasi Baja

Baja adalah logam paduan antara besi (Fe) dan karbon (C), dimana besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,1% hingga 1,7% sesuai tingkatannya. Dalam proses pembuatan baja akan terdapat unsur-unsur lain selain karbon yang akan tertinggal di dalam baja seperti *mangan* (Mn), *silikon* (Si), *chromium* (Cr), *vanadium* (V), dan unsur lainnya. Berdasarkan komposisi

dalam prakteknya baja terdiri dari beberapa macam yaitu: Baja Karbon (*Carbon Steel*), dan Baja Paduan (*Alloy Steel*).

2.4 Klasifikasi Baja

Berdasarkan tinggi rendahnya presentase unsur karbon di dalam baja, baja karbon diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Baja Karbon Rendah (Low Carbon Steel) mengandung karbon antara 0,10 s/d 0,30 %. Baja karbon ini dalam perdagangan dibuat dalam plat baja, baja strip dan baja batangan atau profil.
2. Baja Karbon Menengah (Medium Carbon Steel) mengandung karbon antara 0,30% - 0,60% C. Baja karbon menengah ini banyak digunakan untuk keperluan alat-alat perkakas bagian mesin juga dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti untuk keperluan industri kendaraan, roda gigi, pegas dan sebagainya.
3. Baja Karbon Tinggi (High Carbon Steel) mengandung kadar karbon antara 0,60% - 1,7% C. Baja ini mempunyai tegangan tarik paling tinggi dan banyak digunakan untuk material tools. Salah satu aplikasi dari baja ini adalah dalam pembuatan kawat baja dan kabel baja. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung didalam baja maka baja karbon ini banyak digunakan dalam pembuatan pegas, alat-alat perkakas seperti: palu, gergaji atau pahat potong.

2.5 Sifat Mekanik Baja

Sifat mekanik suatu bahan adalah kemampuan bahan untuk menahan beban-beban yang dikenakan padanya. Beban-beban tersebut dapat berupa beban tarik, tekan, bengkok, geser, puntir, atau beban kombinasi.

Sifat-sifat mekanik yang terpenting antara lain :

1. Kekuatan (*strength*) menyatakan kemampuan bahan untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan bahan tersebut menjadi patah. Kekuatan ini ada beberapa macam, dan ini tergantung pada beban yang bekerja antara lain dapat dilihat dari kekuatan tarik, kekuatan Jurnal e-Dinamis, Volume II, No.2 September 2012 ISSN 2338-1035 geser, kekuatan tekan, kekuatan puntir, dan kekuatan bengkok.
2. Kekerasan (*hardness*) dapat didefinisikan sebagai kemampuan bahan untuk bertahan terhadap goresan, pengikisan (abrasi), penetrasi. Sifat ini berkaitan erat dengan sifat keausan (*wear resistance*). Dimana kekerasan ini juga mempunyai korelasi dengan kekuatan.
3. Kekenyalan (*elasticity*) menyatakan kemampuan bahan untuk menerima tegangan tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk yang permanen setelah tegangan dihilangkan. Kekenyalan juga menyatakan seberapa banyak perubahan bentuk yang permanen mulai terjadi, dengan kata lain kekenyalan menyatakan kemampuan bahan untuk kembali ke bentuk dan ukuran semula setelah menerima beban yang menimbulkan deformasi.
4. Kekakuan (*stiffness*) menyatakan kemampuan bahan untuk menerima tegangan/beban tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk (deformasi) atau defleksi. Dalam beberapa hal kekakuan ini lebih penting daripada kekuatan.
5. Plastisitas (*plasticity*) menyatakan kemampuan bahan untuk mengalami sejumlah deformasi plastis yang permanen tanpa mengakibatkan terjadinya kerusakan. Sifat ini sangat diperlukan bagi bahan yang akan diproses dengan

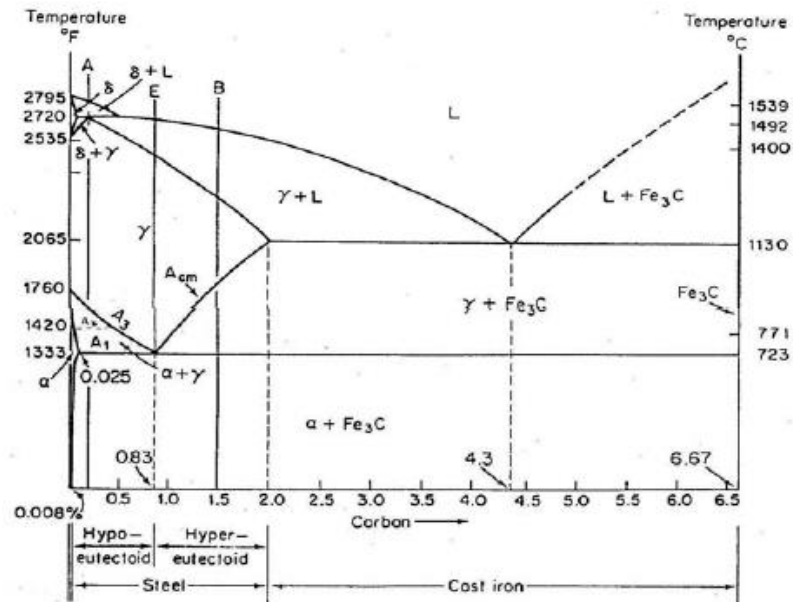
berbagai proses pembentukan seperti, *forging*, *rolling*, *extruding* dan sebagainya. Sifat ini sering juga disebut sebagai keuletan/kekenyalan (*ductility*).

6. Ketangguhan (*toughness*) menyatakan kemampuan bahan untuk menyerap sejumlah energi tanpa mengakibatkan terjadinya kerusakan. Juga dapat dikatakan sebagai ukuran banyaknya energi yang diperlukan untuk mematahkan suatu benda kerja, pada suatu kondisi tertentu. Sifat ini dipengaruhi oleh banyak faktor, sehingga sifat ini sulit untuk diukur.
7. Kelelahan (*fatigue*) merupakan kecenderungan dari logam untuk patah apabila menerima tegangan berulang-ulang (*cyclic stress*) yang besarnya masih jauh dibawah batas kekuatan elastisitasnya. Sebagian besar dari kerusakan yang terjadi pada komponen mesin disebabkan oleh kelelahan. Karenanya kelelahan merupakan sifat yang sangat penting tetapi sifat ini juga sulit diukur karena sangat banyak faktor yang mempengaruhinya.
8. Keretakan (*creep*) merupakan kecenderungan suatu logam mengalami deformasi plastis yang besarnya merupakan fungsi waktu, pada saat bahan tersebut menerima beban yang besarnya relatif tetap.

2.6 Diagram Fasa baja carbon

Diagram kesetimbangan besi karbon seperti pada gambar 2.5 adalah diagram yang menampilkan hubungan antara temperatur dimana terjadi perubahan fasa selama proses pendinginan dan pemanasan yang lambat dengan kadar karbon. Diagram ini merupakan dasar pemahaman untuk semua operasi-operasi perlakuan panas. Dimana fungsi diagram fasa adalah memudahkan memilih temperatur pemanasan yang sesuai untuk setiap proses .perlakuan

panas baik proses anil atau *annealing* (pelunakan logam), *normalizing* maupun proses *hardening* (pengerasan).



Gambar 2.4 Diagram Fasa Baja Karbon

Sumber: (Amstead, 1999)

2.7 Pengujian Kekerasan



Gambar 2.5 :Alat uji kekerasan Brinel

(Sumber ; LIK Takaru)

Kekerasan logam didefinisikan sebagai ketahanan terhadap penetrasi, dan memberikan indikasi cepat mengenai perilaku deformasi. Alat uji kekerasan menekan bola kecil, piramida atau kerucut ke permukaan logam dengan beban tertentu, dan bilangan kekerasan (Brinell atau piramida Vickers) diperoleh dari diameter jejak. Kekerasan dapat dihubungkan dengan kekuatan luluh atau kekuatan tarik logam, Karena sewaktu indentasi, material di sekitar jejak mengalami deformasi plastis mencapai beberapa persen regangan tertentu. Bilangan kekerasan Brinell (BHN) diberikan oleh persamaan (1). Dimana bilangan Brinell didefinisikan sebagai tegangan P/A , dalam satuan kgf/mm^2 , dimana P adalah beban dan A adalah luas permukaan kutub bola yang membentuk indentasi. Jadi

$$BHN = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

dimana d adalah diameter jejak dan D adalah diameter indenter.

Ket: p = test force (N)

D = diameter indenter (mm)

d = diameter indentasi (mm)

2.8 Pengujian Tarik

Uji Tarik merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat mekanik dan perubahan-perubahannya dari suatu logam terhadap gaya tarik yang diberikan. Pengujian ini paling sering dilakukan karena merupakan dasar pengujian-pengujian dan studi mengenai kekuatan bahan.



Gambar 2.6: Mesin uji tarik

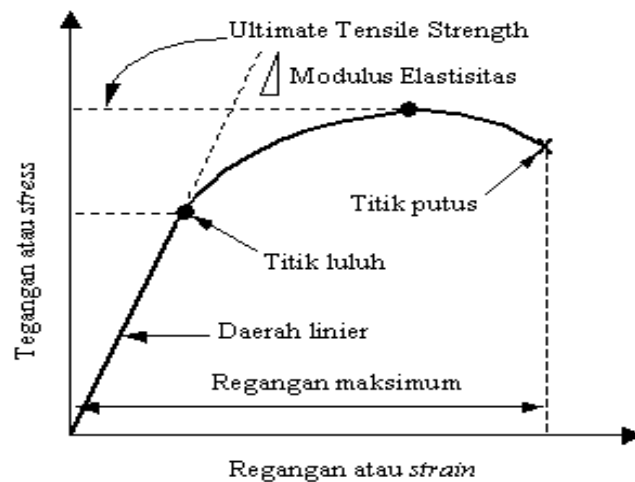
Hasil yang diperoleh dari proses pengujian tarik adalah parameter kekuatan, dan perpanjangan. Pada pengujian tarik gaya tarik beban yang diberikan secara kontinu dan pelan-pelan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji. Kemudian dapat dihasilkan kurva

Banyak hal yang dapat kita pelajari dari hasil uji tarik. Bila kita terus menarik suatu bahan sampai putus, kita akan mendapatkan profil tarikan yang lengkap berupa kurva. Kurva ini menunjukkan hubungan antara tegangan dengan regangan. Perubahan panjang dalam kurva disebut sebagai regangan teknik (ϵ eng.), yang didefinisikan sebagai perubahan panjang yang terjadi akibat perubahan statik (ΔL) terhadap panjang batang mula-mula (L_0). Tegangan yang dihasilkan pada proses ini disebut dengan tegangan teknik (σ eng.), dimana didefinisikan sebagai nilai pembebanan yang terjadi (F) pada suatu luas penampang awal (A_0).

Pengujian tarik menghasilkan patahan getas dan ulet tergantung proses perlakuan terhadap spesimen uji. Patah getas memiliki ciri seperti tidak

mengalami yang namanya deformasi plastis, sebelum terjadinya patah dan mengalami perambatan retakan yang sangat cepat. Arah dari retakan sendiri tegak lurus dengan arah tarikan dan memiliki bentuk patahan yang datar.

Bentuk patahan yang terjadi pada patah getas juga memiliki karakteristik tertentu, tidak terdapat adanya tanda- tanda deformasi plastis sebelum patah. Bentuk lainnya dari patah getas adalah terdapatnya garis dan daerah seperti punggung bukit. Tak jarang, jenis patahan dengan pola diatas tidak dapat dibedakan dengan mata telanjang. Pada baja yang terlalu keras dengan butir baik, pola patahan juga tidak dapat dibedakan. Patah getas pada material amorf seperti gelas keramik, daerah yang dihasilkan akan menghasilkan permukaan yang halus dan berkilau.



Gambar 2.7 Kurva tegangan regangan baja

Sumber : (Amstead, 1999)

Tegangan normal tersebut akibat gaya tarik dapat ditentukan berdasarkan persamaan (2).

$$\sigma = \frac{F}{A_0} = \dots\dots\dots (2)$$

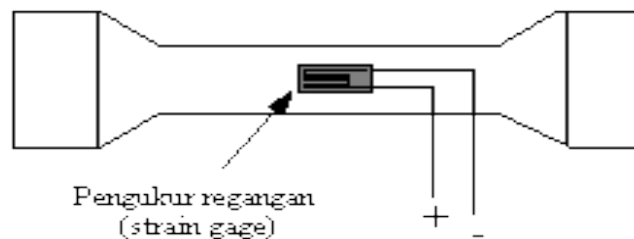
Dimana:

σ = Tegangan tarik (MPa)

F = Gaya tarik (N)

A_0 = Luas penampang spesimen mula-mula (mm²)

Regangan akibat beban tekan statik dapat ditentukan berdasarkan persamaan (3).



Gambar 2.8 : Pengukur Regangan

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

$\Delta L = L - L_0$

Keterangan:

ε = Regangan akibat gaya tarik

L = Perubahan panjang spesimen

akibat beban tekan (mm) L_0 = Panjang spesimen mula-mula (mm)



Gambar 2.9 : spesimen uji tarik

Pada prakteknya nilai hasil pengukuran tegangan pada suatu pengujian tarik pada umumnya merupakan nilai teknik. Regangan akibat gaya tarik yang terjadi, panjang akan menjadi bertambah dan diameter pada spesimen akan menjadi kecil, maka ini akan terjadi deformasi plastis. Hubungan antara stress dan strain dirumuskan pada persamaan (4)

$$E = \sigma / \epsilon \dots \dots \dots (4)$$

E adalah gradien kurva dalam daerah linier, di mana perbandingan tegangan (σ) dan regangan (ϵ) selalu tetap. E diberi nama “*Modulus Elastisitas*” atau “*Young Modulus*”. Kurva yang menyatakan hubungan antara *strain* dan *stress* seperti ini kerap disingkat kurva SS (*SS curve*).

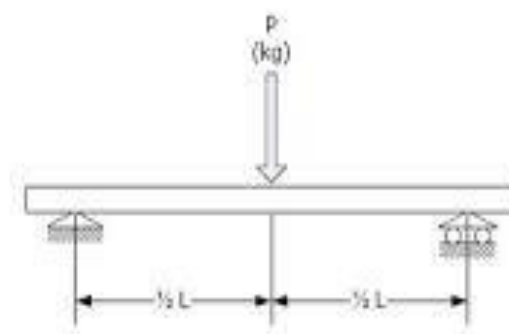
2.9 Pengujian uji bending

Pengujian ini merupakan salah satu pengujian sifat mekanik bahan yang diletakkan terhadap specimen dan bahan, baik bahan yang akan digunakan pada kontraksi atau komponen yang akan menerima pembebanan terhadap suatu bahan pada satu titik tengah dari bahan yang ditahan diatas dua tumpuan.

Uji lengkung (bending test) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Selain itu uji bending digunakan untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan dan kekenyalan. Dalam pemberian beban ada beberapa factor yang harus diperhatikan, yaitu :

1. Kekuatan tarik (Tensile Strength)
2. Komposisi kimia terutama kandungan Mn dan C.
3. Tegangan luluh (yield).

Alat uji bending sering digunakan untuk pengujian bahan-bahan produksi seperti baja, besi cord dan lainnya, selain itu alat ini juga digunakan untuk menguji kekuatan lengkung. Pengujian bending ini bertujuan: untuk mengetahui besarnya kekuatan lentur dari spesimen. Pengujian dilakukan dengan jalan memberikan beban lentur secara perlahan-lahan sampai spesimen mencapai titik lelah..



Gambar 2.10 : Penampang uji bending (Prayoga, 2012)

Kekuatan bending dirumuskan sebagai sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{3pl}{2Dd}$$

Ket:

σ_b = tegangan bending (MPa)

P = gaya pembebanan (N)

L = jarak antar tumpuan (mm)

b = lebar spesimen (mm)

d = tebal spesimen (mm)

D = defleksi maksimum (mm)

2.10 Pinijuan Pustaka

1. Muhammad jordi,dkk, 2017. *Analisa Pengaruh Proses Quenching Dengan Media Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja St 36 Dengan Pengelasan SMAW*. pengerasan (*hardening*), yaitu proses pemanasan baja sampai suhu di bawah daerah atau diatas daerah kritis disusul dengan pendinginan yang cepat dinamakan *quench*. Penelitian ini membahas sejauh mana variasi media pendingin berpengaruh terhadap peningkatan kekuatan tarik baja karbon rendah ST 36. Sehingga bila diketahui tingkat perbandingan kekuatan tariknya dan kesesuaiannya terhadap aplikasi dan kegunaannya, maka dapat diambil suatu keputusan untuk menggunakan proses quenching pada media yang tepat, agar menghemat waktu dan biaya produksi. Pengkajian lebih lanjut dampak dari faktor perbedaan media quenching, hasil pengujian didapat spesimen tanpa proses quenching menghasilkan kekuatan tarik sebesar 341,79 MPa dan kekuatan rata-rata terhadap beban tarik yang paling tinggi diperoleh pada perlakuan quenching menggunakan media pendingin air yaitu

sebesar 503,61 MPa dan terendah berturut turut garam 472,75 MPa dan oli 408,09 MPa

2. Efendi, Zainal. 2010. Jurnal Kekerasan Material dengan Metode Rockwell. eksperimen uji kekerasan material dengan metode Rockwell, dengan specimen yang digunakan adalah aluminium, kuningan dan besi serta menggunakan ball indenter. Setiap material yang akan digunakan, maka sebelumnya perlu dilakukan pengujian/pengetesan material/logam, meliputi antara lain:

- 1) Uji tarik material
- 2) Uji kekerasan material
- 3) Uji metalografi dan lain-lain

Setiap material sebelum digunakan perlu dilakukan pengujian material logam seperti di atas, dengan maksud dan tujuan yang pada umumnya adalah untuk mengetahui sifat-sifat utama dari material/logam tersebut, baik dari segi kekuatannya, ketahanan maupun sifat-sifat yang lain terhadap suatu beban yang akan diberikan.

3. Muhammad Zuchry M, 2011. Pengaruh Suhu Karburasi Dan Waktu Tahan Terhadap Kekuatan Tarik Baja Karbon Dengan Variasi Media Pendingin. Pada tahap pengerjaan benda kerja, dilakukan proses karburasi dengan media coxas (briket batubara) pada temperatur 900 °C dan 950°C dengan waktu tahan selama 3, 6 dan 9 jam dalam tungku kemudian didinginkan dengan air, oli udara dan air laut. . Langkah selanjutnya ialah proses uji mekanis yaitu uji tarik,

4. Mohammad Ismanhadi S, 2013. Jenis media pendingin yang bervariasi mempengaruhi perubahan austenit menjadi martensit. Strukturmikro yang terbentuk pada baja mangan. enghitungan kekerasan (*uji hardness*) yang digunakan menggunakan metode penghitungan vickers. Menggunakan indenter berbentuk piramida dengan hasil tapak tekan berbentuk persegi dengan diagonal 1 dan diagonal 2. Diambil pada 3 titik specimen yang berbeda untuk menghasilkan variasi kekerasan yang berbeda
5. Prihanto Trihutomo ,2015. Proses ini dilakukan dengan cara pemanasan baja sampai temperatur austenisasi dan menahannya pada temperatur tersebut untuk jangka waktu tertentu dan kemudian didinginkan dengan laju pendinginan yang sangat tinggi. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental. Bahan pisau yang terbuat dari baja karbon menengah, diberikan perlakuan *hardening* pada temperatur 8000C dengan lama waktu pemanasan selama 30 menit. Kemudian dilakukan pendinginan dengan menggunakan media pendingin yang berbeda yaitu air, air garam, oli dan udara. Selanjutnya dilakukan pengujian kekerasan dengan mesin uji kekerasan *MicroVickers*.
6. M.Fajar Sidiq ,2016 . Penelitian bertujuan untuk mendapatkan hasil yang terbaik terhadap ukuran butir serbuk tulang terhadap sifat mekanik matrial komposit serbuk tulang yang baik pada pengujian kekerasan dan pengujian keausan. proses pembuatan specimen ini dengan cara penuangan kecetakan dan epoxy yang sudah tercampur dengan serbuk tulang kambing. pembentukan spesimen menyesuaikan dengan kebutuhan pengujian yaitu pengujian keausan dan pengujian kekerasan. Mesin yang

digunakan untuk Pengujian kekerasan yaitu Brinell tester machine dengan cara menekan bola ke spesimen dengan beban 30 kg, dan untuk pengujian gesek menggunakan mesin riken-ogoshi proses pengujiannya dengan cara menggesek spesimen dalam waktu 30 detik untuk satu titik. Hasil dari pengujian gesek dan kekerasan yaitu, untuk pengujian keausan tersebut komposit matriks epoxy variasi ukuran mesh 100 memiliki nilai ketahanan keausan sebesar $9,59 \times 10^{-2}$ mm/kg. Untuk pengujian kekerasan tersebut komposit matriks epoxy variasi ukuran mesh 100 mempunyai nilai tertinggi yaitu 25,82 BHN.

7. Darmawan Deri Dwi, 2018. Proses perlakuan panas pada eksperimental ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh yang ditimbulkan pada baja karbon rendah setelah dilakukan proses perlakuan panas *Tempering* terhadap ketangguhan dan struktur mikro yang dihasilkan. Pengujian ini merupakan pengujian eksperimental. Bahan yang digunakan yaitu baja karbon rendah, Selanjutnya dilakukan pengujian pukul dan pengamatan struktur mikro. Nilai uji pukul rata-rata spesimen tanpa proses perlakuan panas adalah $2,22 \text{ joule/mm}^2$; Nilai kekerasan rata-rata spesimen dengan proses perlakuan panas 5000°C adalah dengan media air $0,75 \text{ joule/mm}^2$ dan dengan media oli $0,84 \text{ joule/mm}^2$; Nilai kekerasan rata-rata spesimen dengan proses perlakuan panas 5500°C adalah dengan media air $0,74 \text{ joule/mm}^2$ dan dengan media oli $0,56 \text{ joule/mm}^2$; Nilai kekerasan rata-rata spesimen dengan proses perlakuan panas 8500°C adalah dengan media air $0,42 \text{ joule/mm}^2$ dan dengan media oli $0,45 \text{ joule/mm}^2$; Dari hasil perhitungan didapat harga impak tertinggi ialah pada temperatur 5000°C

dengan pendinginan oli di material 1 yang memiliki nilai sebesar 0,94 joule/mm².

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alur Peneliitian

Untuk dapat mengetahui hasil penelitian ini maka bab ini akan dibahas mengenai metode penelitan yakni mengenai proses pelaksanaan dan prosedur penelitian yang akan dilakukan untuk menguji benda uji dimana pelaksanaanya dimulai dari pelaksanaan dari mulai persiapan benda uji sampai proses pengujian material yang dilakukan.

Ada beberapa pengujian yang akan dilakukan antara lain : uji kekerasan pada benda kerja setelah proses karburising ,pengujian uiji tekan,/bending, uji tarik setelah proses quenching dan tempering benda kerja yang telah melauai proses Carburizing terlebih dahulu dengan penambahan unsur karbon dari tulang sapi setelah itu baru Proses Heat treatmean .Adapun proses ini sesuai dengan diagram alir yang telah dibuat pada diagram 3.1 .dari hasil pengujian tersebut akan dihasilkan kondisi normal perlakuan panas yang diterapkan meliputi temperature dan waktu tahan.Adapun prosedur yang dulakukan tentang proses penelitian meliputi :

- 1) persiapan bahan yang akan diuji
- 2) Pembentukan specimen benda uji
- 3) Perlakuan panas dengan carburizing
- 4) Proses Quenching pendinginan
- 5) Pengujian kekerasan, uji tarik dan uji bending
- 6) Analisa dan pembahasan

7) Kesimpulan

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian merupakan rencana penelitian dari awal dilakukannya penelitian sampai akhir pembuatan laporan. Waktu penelitian dibuat sebagai batasan waktu dalam penyelesaian penelitian Pengujian kekerasan dilakukan di laboratorium metallurgi **UPT LIK TAKARU DAMYAK** Kabupaten Tegal.

Tabel kegiatan Penelitian

No.	KEGIATAN	WAKTU KEGIATAN											
		Bulan				Bulan				Bulan			
		juli				Desember				Februari			
		2019				2019				2020			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Persiapan												
	a. Mencari Literatur	V											
	b. Studi Literatur		V										
	c. Penyusunan Proposal			V									
	d. Persiapan Alat dan Bahan				V								
2.	Pelaksanaan												
	a. Seminar Proposal				V								
	b. Pembuatan Alat					V							

	c. Pengambilan Data								V				
3	Penyelesaian												
	a. Pengolahan Data								V				
	b. Pembahasan									V			
	c. Penyusunan Laporan										V		
	d. Ujian Skripsi										V		

3.3 Alat-Alat dan Bahan

1) Alat-alat

Adapun peralatan yang di pergunakan selama penelitian ini adalah:

1. Tungku Pemanas(*Furnace Naber*)

fungsinya Furnace atau juga sering disebut dengan tungku pembakaran adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk pemanasan

2. Jangka sorong

fungsi untuk mengukur diameter spescimen yang akan dibuat uji tarik dan tekan.

3. Penjepit specimen

fungsinya untuk mengambil specimen pada saat proses heatretmen

4. Mesin poles (*polisher*)

fungsinya digunakan untuk menghaluskan benda kerja pada proses uji kekerasan dan struktur micro.

5. Mikroskop optic

fungsinya alat yang biasanya untuk mengamati objek (berupa sampel) yang ukurannya sangat kecil tidak bisa diamati dengan mata biasa.

6. Alat uji kekerasan Brinell

fungsinya adalah alat yang digunakan untuk mengetahui kekerasan pada benda kerja atau specimen.

7. Mesin uji tarik *Torsee Type AMU- 10*

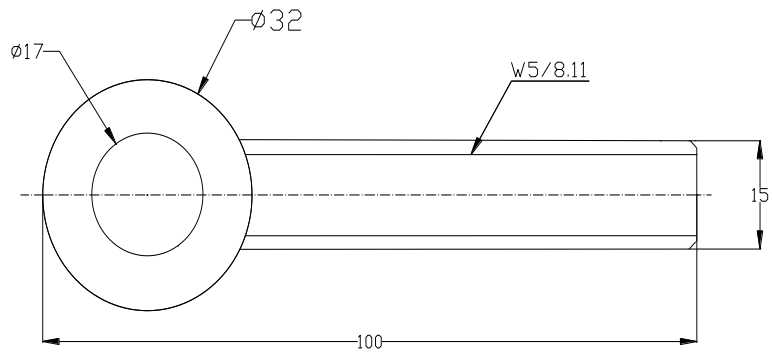
fungsinya merupakan suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu

2) Bahan specimen

Bahan yang diperlukan untuk proses pembuata baud ebolt sebagai berikut:

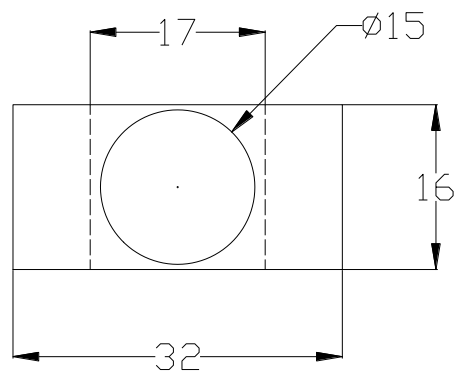


Gambar 3.1 : bahan plat blender

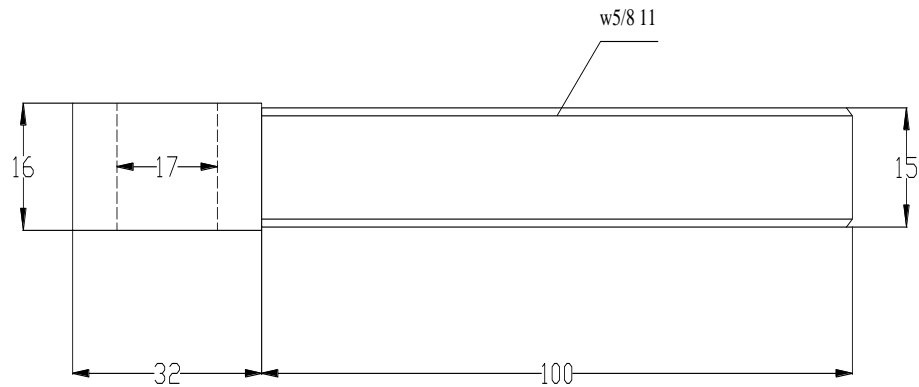


Gambar Pandangan Atas

Gambar 3.2 gambar sketsa Baut E-bolt



Gambar: 3.3 Pandangan Belakang



Gambar:3.4 Pandangan Samping

3.4 Langkah-langkah Penelitian

a. Persiapan Spesimen

Adapun banyaknya jumlah spesimen dalam penelitian ini berjumlah 21 spesimen, dengan perincian 3 spesimen kekerasan, 9 spesimen uji tarik, dan 9 spesimen uji bending



Gambar 3.5 : Bahan spesimen uji Tarik

b. Proses Heat Treatment

Pemanasan awal memberikan pengaruh pada sifat mekanis bahan. Setelah dipanaskan pada temperatur 900°C, spesimen didinginkan dengan tiga media pendingin berbeda, yaitu air dromus, air laut dan oli ppsae 40. Dalam penelitian ini digunakan *thermocouple* digital untuk mendapatkan pembacaan suhu yang akurat di dalam *furnace*. Setelah proses hardening selesai, kemudian proses quencing.



Gambar 3.6 spesimen dipanaskan

3.5 Langkah-Langkah Proses Pengujian

Pengujian pertama dilakukan pengujian kekerasan yang dilakukan terhadap baja karbon sedang yang telah mengalami proses heat treatment. Kemudian diambil 3 spesimen dengan nilai kekerasan tertinggi untuk selanjutnya dilakukan pengujian tarik .

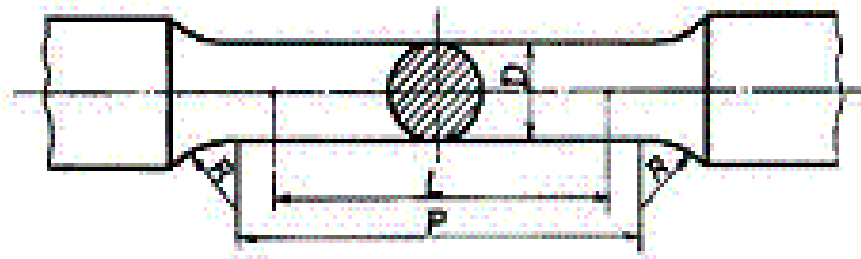
a. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan di laboratorium metallurgi UPT LIK kab Tegal. Sebelum diuji kekerasannya, spesimen dibersihkan dan diratakan permukanya terlebih dahulu dengan mesin polish dan kertas pasir. Setelah itu pengujian kekerasan dilakukan dengan alat brinell dengan pembebanan 3000 kg dan diameter jejak diukur menggunakan teropong indentor. Berikut ini adalah prosedur percobaan yang dilakukan pada pengujian kekerasan dengan metode Brinell :

1. Spesimen dibersihkan permukaannya dengan mesin polish.
2. Setelah bersih, spesimen diletakkan pada landasan uji dan bola indentor yang digunakan adalah bola dengan diameter 10 mm.
3. Spesimen dinaikkan hingga menyentuh bola indentor, kemudian katup hidrolik dikunci.
4. Tuas hidrolik ditekan berulangulang hingga skala pada panel menunjukkan angka 3000 kg kemudian ditahan selama 30 detik.
5. Setelah 30 detik katup hidrolik dibuka untuk mengembalikan beban ke posisi semula (0 kg).
6. Pengambilan data kekerasan diulang sebanyak 5 kali untuk masing-masing spesimen dan diambil data rata-ratanya.
7. Pengamatan diameter indentasi dilakukan dengan menggunakan teropong Indentor dan data diameternya disesuaikan dengan tabel kekerasan.

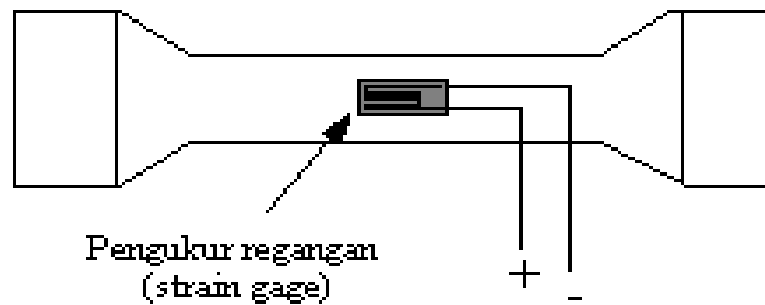
b. Pengujian Tarik

Pada penelitian ini pengujian tarik dilakukan hanya pada kondisi pengerolan dibawah temperatur rekristalisasi yang memiliki nilai kekerasan yang optimal yang diperoleh dari hasil uji kekerasan. Adapun nilai optimal yang diambil yaitu pada pengerolan dingin dengan suhu 650°C dengan deformasi 5% dan 10% serta pada suhu 600°C dengan deformasi 5%. Pada penelitian ini pengujian tarik menggunakan alat uji tarik *Torse Type AMU-10* dengan kapasitas 10 ton.



D	L	P	R
10	50	60	15

Gambar 3.7 Ukuran specimem uji tarik



Gambar 3.8 Pengukuran regangan

Berikut ini adalah prosedur percobaan yang dilakukan pada pengujian tarik dengan menggunakan alat uji tarik *Torse Type AMU-10*:

1. Spesimen dibentuk sesuai ukuran menurut standar ASTM E-8M.
2. Mesin uji tarik dihidupkan kemudian disetting alat pembaca grafik dan jarum skala beban pada panel.
3. Spesimen dicekam pada *chuck* atas, kemudian *chuck* bawah dinaikkan dengan menekan tombol UP hingga mencekam spesimen secara keseluruhan.
4. Katup hidrolik (*load valve*) dibuka kemudian mesin (pompa hidrolik)dijalankan sampai spesimen putus.
5. Setelah spesimen putus katup hidrolik (*load valve*) ditutup dan katup pembuka (*unload valve*) dibuka, kemudian *chuck* bawah diturunkan dengan menekan tombol DOWN.
6. Spesimen yang putus dilepas dari *chuck* atas dan bawah, kemudian diukur besar pertambahan panjangnya dan dicatat data yang diperoleh dari grafik hasil uji tarik.
7. Prosedur yang sama dilakukan pada spesimen uji tarik yang lain.

c. Pengujian Uji Bending

Alat uji bending adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengujian kekuatan lengkung (bending) pada suatu bahan atau material. Pada umumnya alat uji bending memiliki beberapa bagian utama, seperti: rangka, alat tekan, point bending dan alat ukur.

Uji lengkung (bending test) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Selain itu uji bending digunakan untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan dan kekenyalan hasil sambungan las baik di weld metal maupun HAZ. Dalam pemberian beban dan penentuan dimensi mandrel ada beberapa factor yang harus diperhatikan, yaitu :

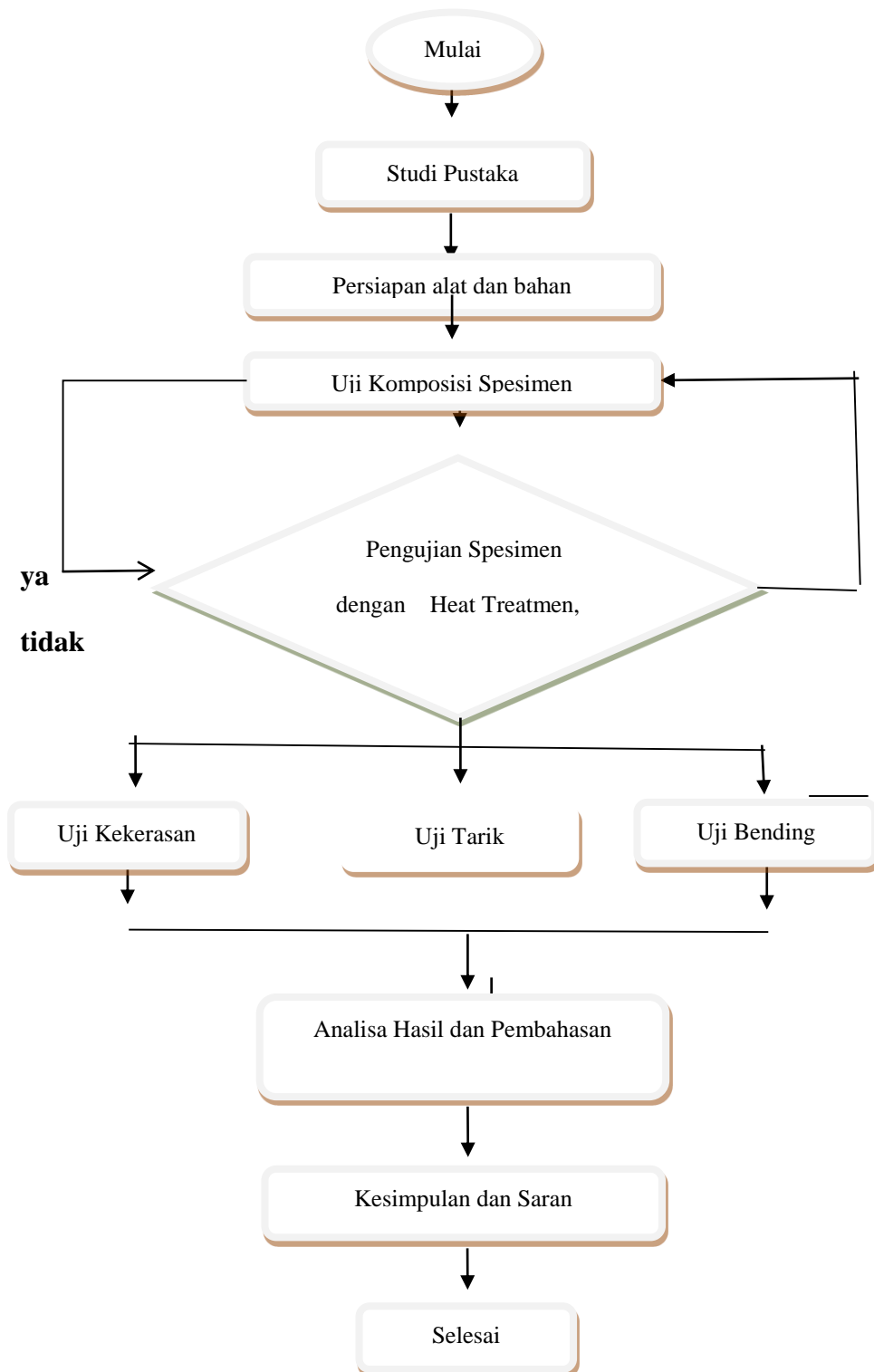
1. Kekuatan tarik (Tensile Strength)
2. Komposisi kimia dan struktur mikro terutama kandungan Mn dan C.
3. Tegangan luluh (yield).

Berdasarkan posisi pengambilan spesimen, uji bending dibedakan menjadi 2 yaitu transversal bending dan longitudinal bending.

Langkah Kerja

1. Menyiapkan Spesimen
 - a. Ambil spesimen, gerinda pada permukaan yang akan diamati pada daerah weld metal, HAZ, dan sedikit base metal. Panjang luasan yang digerinda sekitar 50 mm .
 - b. Gerinda sudut-sudut spesimen sepanjang luasan di atas sehingga menentukan radius.

- c. Dalam menggerinda, pertama kali gerinda dengan batu gerinda kasar terlebih dahulu, setelah rata baru digerinda dengan batu gerinda yang halus.
 - d. Ulangi langkah diatas untuk seluruh spesimen.
2. Kodifikasi
- Ambil sepidol dan tandai tiap spesimen dengan kode sebagai berikut :
- F. untuk spesimen face bend
- R. untuk spesimen root bend
3. Pengukuran dimensi:
- 1) Ambil spesimen ukur dimensinya
 - 2) Catat kode spesimen dan data pengukurannya pada lembar kerja
 - 3) Ulangi langkah di atas untuk seluruh spesimen.
4. Penentuan diameter mandrel
5. Pengujian pada mesin pengujian bending
- 1) Catat data mesin pada lembar kerja
 - 2) Ambil spesimen dan letakkan pada tempatnya secara tepat
 - 3) Setting beban dan berikan beban secara kontinyu
 - 4) Ambil spesimen dan amati permukaannya. Bila terdapat cacat, ukur dan catat pada lembar kerja bentuk, dimensi, tempat dan jenis cacat. Sketsa juga gambar cacat pada lembar kerja.
 - 5) Ulangi langkah di atas untuk seluruh spesimen

d. Diagram alir Penelitian

Gambar 3.9 Diagram alur penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian yang kami lakukan menghasilkan data data yang berupa prosentasi unsure kimia yang terkandung dalam specimen- specimen yang meliputi komposisi unsure unsur kimia pada material yang digunakan dalam penelitian dengan hasil pengujian kekerasan.,uji tarik dan uji bending.

1. Uji komposisi

uji komposisi ini untuk mengetahui prosentasi unsure kimia yang terkandung dalam specimen.berdasarkan hasil uji komposisi diketahui bahwa specimen mempunyai kandungan karbon sebesar 0,46% sehingga material tersebut tergolong dalam medium carbon steel atau baja karbon sedang pada specimen raw material mempunyai kandungan karbon sebesar 0,17% sehingga material tersebut tergolong dalam baja carbon rendah sehingga dilanjutkan proses carburizing.

kandunga pada materian karbon rendah yang telah saya diproses carburizing agar menghasilkan benda kerja yang ulet.berikut table komposisi kimia yang diperoleh dari hasil pengujian di Lab.LIK TAKARU Damyak kab.tegal.

Tabel Komposisi Specimen baut e bolt

a. Specimen baut e-bolt

UJI KOMPOSISI BAUT E-BOLT			
C 0,46 %	SI 0,21 %	S 0,02%	P 0,05%
Mn 0,53 %	Ni 0,00%	Cr 0,02%	MO 0,01%
-	Cu 0,00%	-	Fe 98,5%

Tabel komposisi Raw material

b. Raw material

UJI KOMPOSISI RAW MATERIAL			
C 0,17 %	SI 0,19 %	S 0,01%	P 0,01%
Mn 0,85%	Ni 0,00%	Cr 0,02%	MO 0,01%
-	Cu 0,00%	-	Fe 98,6%

Tabel unsur kimia pada baja st.37

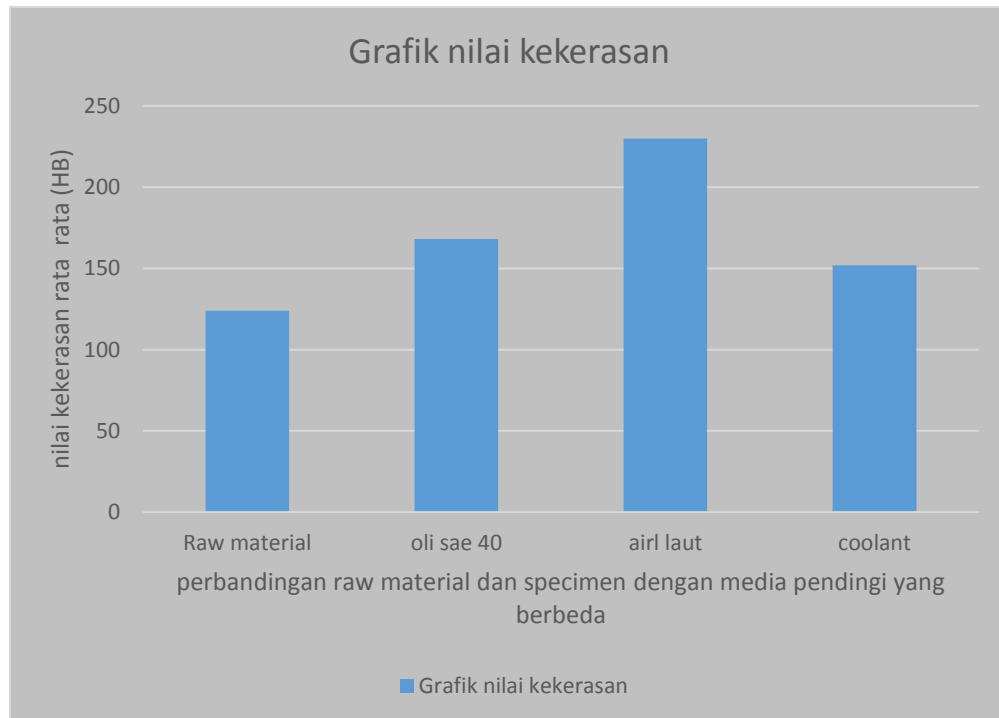
NO.	SIMBOL	Keterangan
1	C	Karbon
2	SI	Silikon
3	S	Belerang
4	P	Fosfor
5	Mn	Mangan
6	Ni	Nikel
7	Cr	Krom
8	MO	Molybdenum
9	Fe	Besi
10	Cu	Tembaga

2. Hasil Uji kekerasan

Berikut hasil pengujian dari spesimen uji kekerasan setelah proses perlakuan panas dan carburizing dimana proses hardening dilanjutkan proses quenching secara cepat dengan media air laut, oli sae 40 dan coolant, dengan proses pemanasan di oven selama 2 jam kemudian ditahan selama 1 jam agar karbon pada spesimen tidak hilang. Dibawah ini tabel hasil uji kekerasan.

Tabel hasil uji kekerasan raw material dan specimen dengan media pendingin yang berbeda

No	Sampel uji	Hasil nilai kekerasan brinell		Satuan	Rata rata
		Daerah uji	Nilai kekerasan		
1	Raw material	Titik 1	122	HB	124,3
		Titik 2	123		
		Titik 3	128		
2	Oli sae 40	Titik 1	155	HB	168
		Titik 2	173		
		Titik 3	176		
3	Air laut	Titik 1	210	HB	230,33
		Titik 2	249		
		Titik 3	232		
4	coolant	Titik 1	149	HB	152
		Titik 2	149		
		Titik 3	158		



Dari hasil pengujian diatas bisa disimpulkan bahwa untuk uji kekerasan yang paling tinggi adalah air laut dengan nilai rata rata 230,33 HB ,untuk spesimen kedua dengan media oli sae 40 nilai rata rata kekerasannya 168 HB dan yang paling rendah pada specimen dengan media pendingin coolant nilai rata rata 152 HB.

3. Hasil uji tarik

Hasil proses Pengujian Tekan/bending dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis dari material akibat pengaruh perubahan suhu Dalam penelitian ini pengujian tarik hanya dilakukan pada nilai kekerasan yang optimum dari proses tempering. Dan dibandingkan dengan nilai kekuatan tarik dari raw materialnya. Adapun spesimen yang akan diuji tarik setelah proses penahanan suhu 900°C selama 1 jam setelah melalui proses quenching air laut ,oli dan coolant

1) Tabel hasil uji tarik raw material

No.	Parameter Uji	Satuan	Hasil uji
1	Diameter	mm	10,99
	Kuat Tarik	N/mm ²	519,51
	Kuat luluh	N/mm ²	350,52
	Regangan	%	38,15
2	Diameter	mm	10,51
	Kuat Tarik	N/mm ²	513,66
	Kuat luluh	N/mm ²	348,68
	Regangan	%	29,04
3	Diameter	mm	10,08
	Kuat Tarik	N/mm ²	527,09
	Kuat luluh	N/mm ²	360,27
	Regangan	%	-

2) Tabel hasil uji tarik dengan media pendingin Oli SAE 40

No.	Parameter Uji	Satuan	Hasil uji
1	Diameter	mm	10,34
	Kuat Tarik	N/mm ²	716,76
	Kuat luluh	N/mm ²	627,07
	Regangan	%	-
2	Diameter	mm	10,39
	Kuat Tarik	N/mm ²	669,34
	Kuat luluh	N/mm ²	366,87
	Regangan	%	-
3	Diameter	mm	10,41
	Kuat Tarik	N/mm ²	689,16
	Kuat luluh	N/mm ²	376,57
	Regangan	%	-

3) Tabel hasil uji tarik dengan media pendingin Air Laut

No.	Parameter Uji	Satuan	Hasil uji
1	Diameter	mm	10,37
	Kuat tarik	N/mm ²	846,18
	Kuat luluh	N/mm ²	-
	Regangan	%	-
2	Diameter	mm	10,34
	Kuat tarik	N/mm ²	712,30
	Kuat luluh	N/mm ²	-
	Regangan	%	-
3	Diameter	mm	10,44
	Kuat tarik	N/mm ²	696,51
	Kuat luluh	N/mm ²	-
	Regangan	%	-

4) Tabel hasil uji tarik dengan media pendingin Coolant

No.	Parameter Uji	Satuan	Hasil uji
1	Diameter	mm	10,37
	Kuat Tarik	N/mm ²	503,57
	Kuat luluh	N/mm ²	374,44
	Regangan	%	25,84
2	Diameter	mm	10,54
	Kuat Tarik	N/mm ²	500,71
	Kuat luluh	N/mm ²	359,59
	Regangan	%	26,44
3	Diameter	mm	10,31
	Kuat Tarik	N/mm ²	519,93
	Kuat luluh	N/mm ²	332,02
	Regangan	%	-

Dari hasil percobaan specimen diatas bahwa bisa diketahui hasil kuat tarik setiap proses quencing menghasilkan nilai kekuatan yang berbeda dibawah ini cara perhitungan sesuai rumus uji tarik:

1. Hasil perhitungan uji tarik raw material sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A_o} = \frac{\max \text{ force}}{\frac{1}{4}\pi d^2} = \frac{49280}{0,25 \times 3,14 \times 10,99^2} = \frac{49280}{94,81} = 519,77 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A_o} = \frac{\max \text{ force}}{\frac{1}{4}\pi d^2} = \frac{44560}{0,25 \times 3,14 \times 10,51^2} = \frac{44560}{86,71} = 513,89 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A_o} = \frac{\max \text{ force}}{\frac{1}{4} \pi d^2} = \frac{42060}{0,25 \times 3,14 \times 10,08^2} = \frac{42060}{79,76} = 527,33 \text{ N/mm}^2$$

Hasil perhitungan rata rata pada proses raw material sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{519 + 513 + 527}{3} = \frac{1559}{3} = 519,67 \text{ N/mm}^2$$

2. Hasil perhitungan uji tarik media pendingin oli sae 40

$$\sigma = \frac{F}{A_o} = \frac{\max \text{ force}}{\frac{1}{4} \pi d^2} = \frac{60190}{0,25 \times 3,14 \times 10,34^2} = \frac{60190}{83,92} = 717 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A_o} = \frac{\max \text{ force}}{\frac{1}{4} \pi d^2} = \frac{56750}{0,25 \times 3,14 \times 10,39^2} = \frac{56750}{84,74} = 669,69 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A_o} = \frac{\max \text{ force}}{\frac{1}{4} \pi d^2} = \frac{58660}{0,25 \times 3,14 \times 10,41^2} = \frac{58660}{85,06} = 689,63 \text{ N/mm}^2$$

Hasil perhitungan rata rata pada proses media pendingin oli sae 40 sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{717 + 669 + 689}{3} = \frac{2075 \text{ N/mm}^2}{3} = 691,67 \text{ N/mm}^2$$

3. Hasil perhitungan uji tarik media pendingin air laut

$$\sigma = \frac{F}{A_o} = \frac{\max \text{ force}}{\frac{1}{4} \pi d^2} = \frac{71470}{0,25 \times 3,14 \times 10,37^2} = \frac{71470}{84,41} = 846,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A_o} = \frac{\max \text{ force}}{\frac{1}{4}\pi d^2} = \frac{59810}{0,25 \times 3,14 \times 10,34^2} = \frac{59810}{83,92} = 712,70 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A_o} = \frac{\max \text{ force}}{\frac{1}{4}\pi d^2} = \frac{59280}{0,25 \times 3,14 \times 10,41^2} = \frac{59280}{85,06} = 696,91 \text{ N/mm}^2$$

Hasil perhitungan rata rata pada proses media pendingin air laut sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{846 + 712 + 696}{3} = \frac{2254 \text{ N/mm}^2}{3} = 751,33 \text{ N/mm}^2$$

4. Hasil perhitungan uji tarik media pendingin coolant

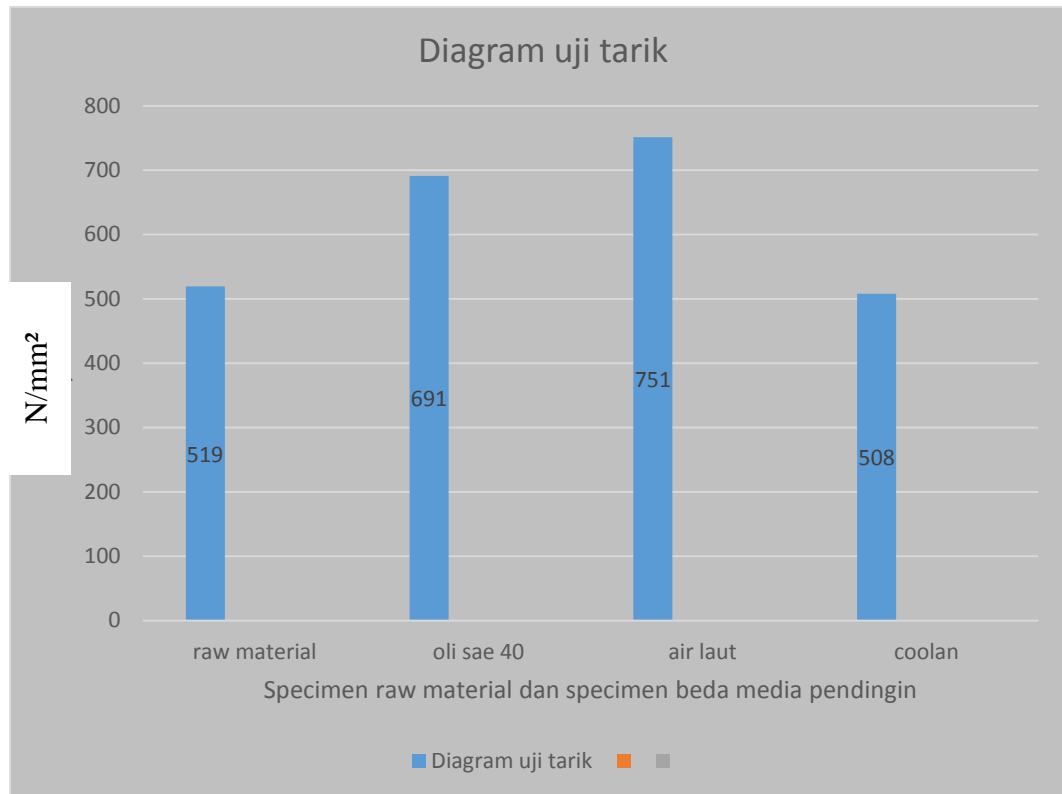
$$\sigma = \frac{F}{A_o} = \frac{\max \text{ force}}{\frac{1}{4}\pi d^2} = \frac{42530}{0,25 \times 3,14 \times 10,37^2} = \frac{42530}{84,41} = 503,85 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A_o} = \frac{\max \text{ force}}{\frac{1}{4}\pi d^2} = \frac{43690}{0,25 \times 3,14 \times 10,54^2} = \frac{43690}{87,20} = 501,03 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A_o} = \frac{\max \text{ force}}{\frac{1}{4}\pi d^2} = \frac{43410}{0,25 \times 3,14 \times 10,31^2} = \frac{43410}{83,44} = 520,25 \text{ N/mm}^2$$

Hasil perhitungan rata rata pada proses media pendingin sebagai coolant berikut:

$$\sigma = \frac{503 + 501 + 520}{3} = \frac{1524 \text{ N/mm}^2}{3} = 508 \text{ N/mm}^2$$



Setelah proses pengujian dapat disimpulkan hasil dari uji kuat tarik yang paling tertinggi rata rata adalah raw material sebelum proses hardening yaitu 519,67N/mm² sedangkan pada media air laut dengan nilai 751,33 N/mm², .dilanjut media pendingin oli sae 40 dengan nilai rata rata 691,67 N/mm² dengan media pendingin coolant rata rata 508 N/mm²

4. Hasil uji Tekan/Bending

Hasil proses Pengujian Tekan/bending dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis dari material akibat pengaruh perubahan suhu Dalam penelitian ini pengujian tarik hanya dilakukan pada nilai kekerasan yang optimum dari proses tempering. Dan dibandingkan dengan nilai kekuatan tarik dari raw materialnya. Adapun spesimen yang akan diuji tarik setelah

proses penahanan suhu 900 °C selama 1 jam setelah melalui proses quenching air laut ,oli dan coolant.

1) Tabel hasil uji bending pendingan dengan Oli Sae 40

No.	Kode Sampel	Parameter uji	Satuan	Hasil Uji
1	84,7	Diameter	mm	10,10
		Beban lengkung maksimum	kN	4,21
		Kuat Lengkung	N/mm ²	1039,61
2	84,8	Diameter	mm	10,8
		Beban lengkung maksimum	kN	7,76
		Kuat Lengkung	N/mm ²	1569,68
3	84,9	Diameter	mm	10,8
		Beban lengkung maksimum	kN	4,90
		Kuat Lengkung	N/mm ²	991,41

Setelah melalui proses quenching dapat dilihat dari Nilai rata rata pada kuat lengkung dengan media pendingin Oli Sae 40 dibawah ini:

$$\sigma = \frac{1039,61 + 1569,68 + 991,41}{3} = \frac{3600,7}{3} = 1200,23 \text{ N/mm}^2$$

2) Tabel hasil uji bending pendingan dengan Air Laut

No.	Kode Sampel	Parameter uji	Satuan	Hasil Uji
1	84,4	Diameter	mm	9,90
		Beban lengkung maksimum	kN	5,46
		Kuat Lengkung	N/mm ²	1432,77
2	84,5	Diameter	mm	10
		Beban lengkung maksimum	kN	4,39
		Kuat Lengkung	N/mm ²	1118,86
3	84,6	Diameter	mm	10,05
		Beban lengkung maksimum	kN	3,58
		Kuat Lengkung	N/mm ²	896,85

Setelah melalui proses quencing dapat dilihat dari Nilai rata rata pada kuat lengkung dengan media pendingin air laut dibawah ini:

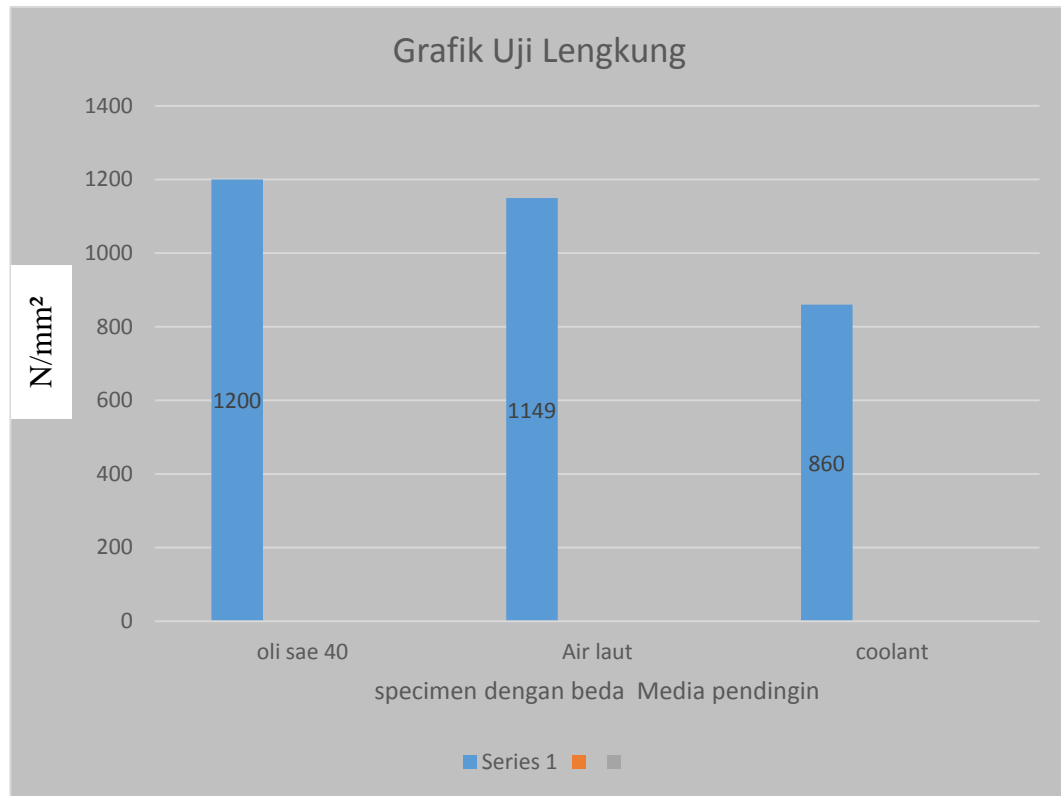
$$\sigma = \frac{1432,77 + 1118,86 + 896,85}{3} = \frac{3448,48}{3} = 1149,49 \text{ N / mm}^2$$

3) Tabel hasil uji bending dengan proses pendinginan coolant

No.	Kode Sampel	Parameter uji	Satuan	Hasil Uji
1	84,1	Diameter	mm	10,15
		Beban lengkung maksimum	kN	3,40
		Kuat Lengkung	N/mm ²	829,20
2	84,2	Diameter	mm	10,3
		Beban lengkung maksimum	kN	4,65
		Kuat Lengkung	N/mm ²	1084,51
3	84,3	Diameter	mm	10,30
		Beban lengkung maksimum	kN	2,87
		Kuat Lengkung	N/mm ²	668,38

Setelah melalui proses quencing dapat dilihat dari Nilai rata rata pada kuat lengkung dengan media pendingin coolant dibawah ini:

$$\sigma = \frac{829,20 + 1084,51 + 668,38}{3} = \frac{2582,09}{3} = 860,69 \text{ N / mm}^2$$



Dari hasil percobaan specimen diatas bahwa bisa diketahui hasil beban lengkung pada specimen uji bending dengan media pendingin coolant memiliki nilai rata rata 860,69 N/mm², uji bending dengan media air laut memiliki nilai rata rata 1149,49 N/mm², uji bending media pendingin oli Sae 40 nilai rata rata 1200,23 N/mm². dan paling tinggi untuk uji lengkung pada media air laut.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari proses pengujian specimen dan data serta pembahasan pada proses carburizing dengan tulang sapi maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

1. pada proses carburizing baja st.37 raw materia sebelum proses hardening memiliki kuat tarik dengan rata-rata $519,67 \text{ N/mm}^2$, dan setelah proses hardening dilanjut proses quenching dari oli ,coolant dan air laut menghasilkan kekuatan yang berbeda ,yaitu pada oli sae 40 mempunyai kuat tarik 691 N/mm^2 , pendingin air laut memiliki rata-rata $751,33 \text{ N/mm}^2$, sedangkan pada media pendingin coolant memiliki rata rata 508 N/mm^2 .
2. Dengan penambahan karbon tulang sapi ini pada proses carburizing st 37 pada nilai kekerasan pada specimen mulai mengalami peningkatan pada raw material yang telah diproses heatretmen dan quenching yaitu pada specimen dengan media oli memiliki rata rata 168 HB, air laut memiliki rata rata nilai kekerasan 230,33HB dan coolant memiliki nilai kekerasan rata rata 152 HB, dan bisa disimpulkan bahwa nilai paling tinggi pada proses carburizing dan quenching adalah media air laut.

5.2 SARAN SARAN

Saran yang dapat diberikan oleh penulis sehubungan penelitian tentang penambahan carburing tulang sapi ini sabagai berikut :

- 1) Berdasarkan penelitian yang diatas untuk penambahan carburizing serbuk tulang sapi dan proses quencing baja karbon rendah memiliki nilai yang berbeda beda .
- 2) Pengaturan tempering bisa mempengaruhi struktur carbon pada specimen
- 3) Ukuran pada uji specimen pada saat proses heatretmen harus sesuai tempat agar pada saat proses pemanasan akan mengalami penambahan ukuran karena panas dalam ruang pemanas tersebut,dan harus diperhatikan pada saat proses quenching jarak tungku pemanas dengan tempat media pendingin jangan terlalau jauh yang akan mengakibatkan perubahan nilai kekerasan.
- 4) Tujuan perlakuan panas akan dapat mempengaruhi sifat mekanik pada bahan karbon rendah jika pengaturan suhu temperatur dengan tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, Hari. 1999. *Ilmu Bahan*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Amstead, BH.1997. *Teknologi Mekanik jilid 1*. Erlangga, Jakarta.
- ASM Handbook.2005. Volume 1, Properties and Selection: *Irons Steels and High Performance Alloys*. ASM International.
- Budiman,Haris.2016.*Analisis Pengujian Tarik (TENSILE TEST) Pada Baja ST37 Dengan Alat Bantu Ukur Load Cell. Jurnal J-Ensitem: Vol 03/No. 01.Majelengka*
- Dieter, George E. 1987. *Metalurgi Mekanik*. Erlangga, Jakarta.
- Djafri, Sriati. 1983. *Teknologi Mekanik Jilid I* ,Terjemahan dari Manufacturing Processes. Erlangga , Jakarta.
- Djafri, Sriati. 1987. *Metalurgi Mekanik, Terjemahan dari Mechanical Metallurgy*. Erlangga, Jakarta.
- Darmawan, Deri Dwi 2018. *Pengujian Ketangguhan Dan Stuktur Mikro Baja Karbon Rendah Yang Telah Mengalami Proses Perlakuan Panas (Heat Treatment)*.Universitas lampung.
- Gusti R, Muhammad F, Moch. Andi S. 2016. jurnal Analisa Uji Kekerasan Pada Poros Baja St 60 Dengan Media Pendingin Yang Berbeda, Kalimantan.
- Handoko, Benidiktus Tulung Prayoga.2013.*Pengaruh Variasi Laju Regangan Linier Terhadap Data Hasil Uji Tarik Plat Almunium.Universitas Gadjah Mada*
- Koswara, Engkos. 1999. *Pengujian Bahan Logam*. Humaniora Utama Press,Bandung.
- Muhammad,jordi.hartono yudo,dkk. 2017. jurnal Analisa Pengaruh Proses Quenching Dengan Media Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja St 36 Dengan Pengelasan SMAW,Semarang.
- Yose Rizal1, Ismardi2, *Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Sifat Kekerasan (HARDNESS) Pada Roda Gigi Tarik Sepeda Motor Honda*, Universitas Pasir Pengaraian.

LAMPIRAN LAMPIRAN GAMBAR

A. BAHAN DAN ALAT



Gambar : bahan plat blender



Gambar : Proses pembubutan specimen pada mesin bubut



Gambar : Jangka Sorong

Gambar :

serbuk tulang sapi



Gambar : specimen uji tarik dan lengkung



Gambar :Tungku pemanas



Gambar :mesin uji tarik dan uji lengkung



Gambar : mesin uji kekerasan



Gambar : mesin uji komposisi

A. Persiapan proses heatretmen



Gambar : specimen dan serbuk tulang sapi



Gambar : timer pada tungku pemanas



Gambar : media pendingin oli,air laut dan coolant



Gambar :proses pemanasan specimen

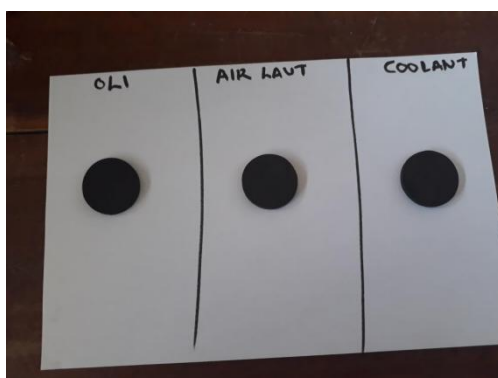




B. HASIL TREATMEN DAN PROSES QUENCHING



Gambar : specimen raw material dan specimen proses hardening



C. proses uji tarik dan uji bending



Gambar : mesin Uji bending dan uji tarik



Gambar : mesin uji lengkung



Gambar :mesin uji kekerasan brinell





Gambar : proses hasil uji tarik raw material



DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL

UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN

Komplek LIK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id



LAPORAN UJI KOMPOSISI KIMIA

Laporan No. : 05/2019.51/S/30 Benda Uji : Sesuai produk
Pemakai Jasa : ARIEF FATCHURROZY Objek uji : BAUDE BOLT
Alamat : Universitas Pancasakti Tegal Metode Uji : ASTM E 415 - 13
Suhu : 26 °C Mesin Uji : Spectrotest TXC03
Tgl. Terima : 8 Mei 2019 Jml. Specimen : 1 Pcs
Tgl. Pengujian : 8 Mei 2019 Halaman : 1 dari 2

HASIL UJI :

Unsur	Chemical Composition (%)		Test Result (%)
	n ₁	n ₂	
C	0,45	0,47	0,46
Si	0,21	0,21	0,21
Mn	0,53	0,54	0,54
P	0,05	0,06	0,05
S	0,02	0,03	0,02
Cr	0,02	0,02	0,02
Mo	0,01	0,00	0,01
Ni ^{*)}	0,00	0,01	0,00
Cu	0,02	0,02	0,02
Fe	98,5	98,5	98,5

*) Tidak termasuk dalam Lingkup.





DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL

UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN

Komplek LIK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id



LAPORAN UJI KOMPOSISI KIMIA

Laporan No. : 11/2018.476/S/44 Benda Uji : Sesuai ASTM E 415 - 15
Pemakai Jasa : ARIEF FATCHURROZY Objek uji : Plat Blender
Alamat : Universitas Pancasakti Tegal Metode Uji : ASTM E 415 - 15
Suhu : 26 °C Mesin Uji : Spectrotest TXC03
Tgl. Terima : 7 November 2018 Jml. Specimen : 1 Pcs
Tgl. Pengujian : 7 November 2018 Halaman : 1 dari 2

HASIL UJI :

Unsur	Chemical Composition (%)		Test Result (%)
	n ₁	n ₂	
C	0,18	0,17	0,17
Si	0,19	0,19	0,19
Mn	0,84	0,85	0,85
P	0,01	0,01	0,01
S	0,01	0,01	0,01
Cr	0,03	0,01	0,02
Mo	0,01	0,00	0,01
Ni ^{*)}	0,00	0,00	0,00
Cu	0,00	0,00	0,00
Fe	98,5	98,6	98,6

*) Tidak termasuk dalam Lingkup.



PERHATIAN :
1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji
2. Tidak diperkenankan menggunakan laporan pengujian ini kecuali sebelumnya tanpa persetujuan tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Disperinnaker



DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek LIK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id



KAN
Kantor Akreditasi Nasional
LABORATORIUM PENGUJIAN
LP-398-IDN

LAPORAN UJI KEKERASAN

Laporan No. : 12/2019.627/H/105 Benda Uji : Sesuai Produk
Pemakai Jasa : ARIEF FATCHURROZY Objek uji : Baja ST 37 Hardening dengan Variasi Pendinginan Coolant, Oil SAE 40, Air Laut, Suhu 900 °C, Waktu Penahanan 60 Menit
Alamat : Universitas Pancasakti Tegal Metode Uji : JIS Z 2243 : 2008
Suhu : 26 °C Mesin Uji : Affri 206 RT
Tgl. Terima : 30 Desember 2019 Jml. Specimen : 3 Pcs
Tgl. Pengujian : 30 Desember 2019 Halaman : 1 dari 1

HASIL UJI :

No.	Kode Sampel uji	Parameter uji	Hasil uji		Satuan	Keterangan
			Daerah Uji	Nilai Kekerasan		
1.	105.1	Kekerasan Brinell	Titik 1	155	HB	- Beban penekanan F = 1840 N - Waktu penekanan 15 detik - Indentor Ø 2,5 mm - Oil SAE 40
			Titik 2	173		
			Titik 3	176		
			Rata-rata	168		
2.	105.2	Kekerasan Brinell	Titik 1	210	HB	- Beban penekanan F = 1840 N - Waktu penekanan 15 detik - Indentor Ø 2,5 mm - Air Laut
			Titik 2	249		
			Titik 3	232		
			Rata-rata	230,33		
3.	105.3	Kekerasan Brinell	Titik 1	149	HB	- Beban penekanan F = 1840 N - Waktu penekanan 15 detik - Indentor Ø 2,5 mm - Coolant
			Titik 2	149		
			Titik 3	158		
			Rata-rata	152		



PERIATAN
1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji
2. Tidak dapat digunakan untuk keperluan lain kecuali setelah melalui persetujuan tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Kabupaten Tegal



DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek LIK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id



LAPORAN UJI KEKERASAN

Laporan No. : 02/2020.29/H/14 Benda Uji : Sesuai JIS Z 2243 : 2008
Pemakai Jasa : ARIEF FATCHURROZY Objek uji : Baut Eyebolt
Alamat : Universitas Pancasakti Tegal Metode Uji : JIS Z 2243 : 2008
Suhu : 25 °C Mesin Uji : Affri 206 RT
Tgl. Terima : 3 Februari 2020 Jml. Specimen : 1 Pc
Tgl. Pengujian : 3 Februari 2020 Halaman : 1 dari 1

HASIL UJI :

No.	Kode Sampel uji	Parameter uji	Hasil uji		Satuan	Keterangan
			Daerah Uji	Nilai Kekerasan		
1.	14	Kekerasan Brinell	Titik 1	123	HB	<ul style="list-style-type: none"> - Beban penekanan F = 1840 N - Waktu penekanan 15 detik - Indentor Ø 2,5 mm
			Titik 2	122		
			Titik 3	128		
			Rata-rata	124,33		

3 Februari 2020
Manajer Teknis
Eko Supriyanto, ST
NIP. 196312312006041093

PERHATIAN :
1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji.
2. Tidak diperkenankan menggunakan laporan pengujian ini kecuali seluruhnya tanpa persetujuan tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Disperinnaker Kabupaten Tegal.



DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek LIK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id



KAN
Komite Akreditasi Nasional
LABORATORIUM PENGUJIAN
LP-398-EN

LAPORAN UJI TARIK

Laporan No. : 02/2020.43/UTM/33
Pemakai Jasa : ARIEF FATCHURROZY
Alamat : Universitas Pancasakti Tegal
Suhu : 23 °C
Tgl. Terima : 17 Februari 2020
Tgl. Pengujian : 17 Februari 2020

Benda Uji : Sesuai JIS Z 2241 : 2011
Objek uji : **Baja ST 37 Raw Material**
Metode Uji : JIS Z 2241 : 2011
Mesin Uji : Shimadzu UH 1000 kNI
Jml. Specimen : 3 Pcs
Halaman : 1 dari 4

HASIL UJI :

No.	Kode Sampel	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	33.1	Diameter	mm	10,99
		Kuat Tarik	N/mm ²	519,51
		Kuat Luluh	N/mm ²	350,52
		Regangan	%	38,18
2.	33.2	Diameter	mm	10,51
		Kuat Tarik	N/mm ²	513,66
		Kuat Luluh	N/mm ²	348,68
		Regangan	%	29,04
3.	33.3	Diameter	mm	10,08
		Kuat Tarik	N/mm ²	527,09
		Kuat Luluh	N/mm ²	360,27
		Regangan	%	1)

1) Putus diluar gauge length.

Tegal, 18 Februari 2020
Manajemen Teknis

Eko Supriyanto, ST.
NIP. 19740214 200604 1 093

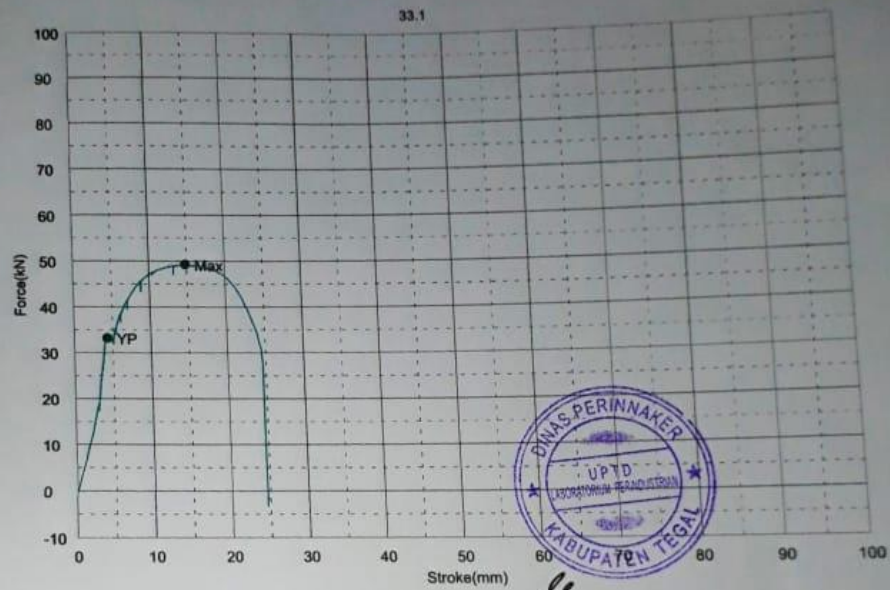
PERHATIAN
1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji
2. Tidak dipertanggungjawabkan laporan pengujian ini kecuali selanjutnya berupa persetujuan tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Disperinnaker Kabupaten Tegal

Date : 2020/02/17

Shape: Rod

Units	Diameter	Gauge Length
1 - 1	mm	mm
1 - 1	10,9900	50,0000

Name	Max_Force	Max_Stress	YP_Force	YP_Stress
Parameter			0,1 %FS	0,1 %FS
Units	kN	N/mm2	kN	N/mm2
1 - 1	49,2813	519,513	33,2500	350,515



Comment

Customer : 02/2020.43/UTM/33

Date : 2020/02/17

Shape: Rod

Units	Diameter mm	Gauge Length mm
1 - 1	10,5100	50,0000

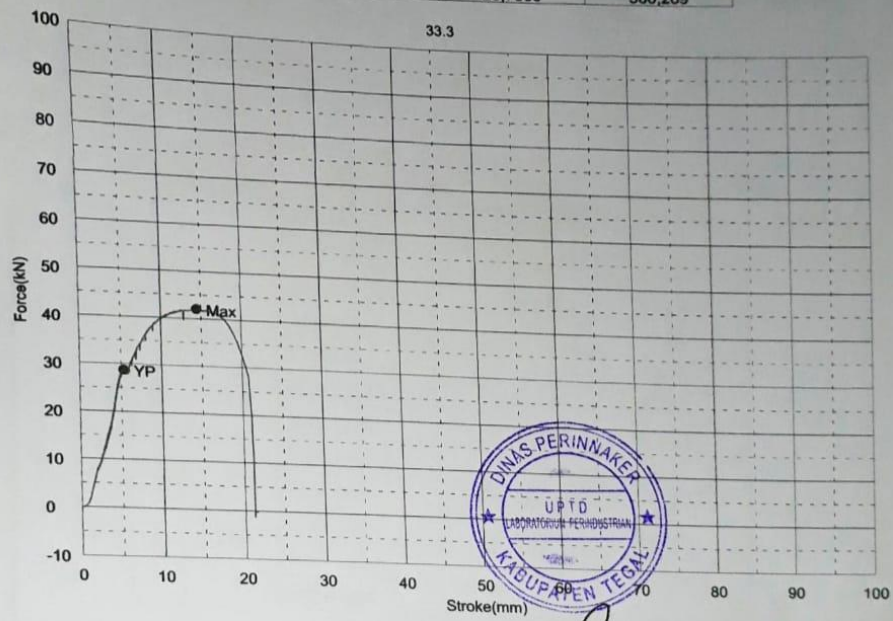
Name Parameter	Max_Force	Max_Stress	YP_Force	YP_Stress
Units	kN	N/mm2	0,1 %FS kN	0,1 %FS N/mm2
1 - 1	44,5625	513,658	30,2500	348,682



Date : 2020/02/17
Shape: Rod

Units	Diameter	Gauge Length
1 - 1	mm	mm
	10,0800	50,0000

Name	Max_Force	Max_Stress	YP_Force	YP_Stress
Parameter				
Units	kN	N/mm2	0,1 %/FS	0,1 %/FS
1 - 1	42,0625	527,089	kN	N/mm2
			28,7500	360,269



Comment
Customer : 02/2020.43/UTM/33



DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek LJK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id



KAN
Komite Akreditasi Nasional
LABORATORIUM PENGUJI
LP-398-IDN

LAPORAN UJI TARIK

Laporan No. : 02/2020.43/UTM/34.1-34.3 Benda Uji : Sesuai JIS Z 2241 : 2011
Pemakai Jasa : ARIEF FATCHURROZY Objek uji : Baja ST 37 dengan Proses Hardening Variasi Quenching Oli
Alamat : Universitas Pancasakti Tegal Metode Uji : JIS Z 2241 : 2011
Suhu : 23 °C Mesin Uji : Shimadzu UH 1000 kNl
Tgl. Terima : 17 Februari 2020 Jml. Specimen : 3 Pcs
Tgl. Pengujian : 17 Februari 2020 Halaman : 1 dari 4

HASIL UJI :

No.	Kode Sampel	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	34.1	Diameter	mm	10,34
		Kuat Tarik	N/mm ²	716,76
		Kuat Luluh	N/mm ²	617,07
		Regangan	%	- ¹⁾
2.	34.2	Diameter	mm	10,39
		Kuat Tarik	N/mm ²	669,34
		Kuat Luluh	N/mm ²	566,87
		Regangan	%	- ¹⁾
3.	34.3	Diameter	mm	10,41
		Kuat Tarik	N/mm ²	689,16
		Kuat Luluh	N/mm ²	566,53
		Regangan	%	10,04

¹⁾Putus diluar gauge length.

Tegal, 18 Februari 2020
Mater Teknis

Eko Supriyanto, ST.
NIP. 197402312006041093

PERHATIAN :
1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji
2. Tidak dipungkiri bahwa menggunakan laporan pengujian ini kecuali selanjutnya berupa persetujuan tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Disperinnaker Kabupaten Tegal

Date : 2020/02/17
Shape: Rod

Units	Diameter	Gauge Length
1 - 1	mm	mm
	10,3400	50,0000

Name	Max Force	Max Stress	YP Force	YP Stress
Parameter			0,1 %/FS	0,1 %/FS
Units	kN	N/mm2	kN	N/mm2
1 - 1	60,1875	716,763	52,6563	627,074

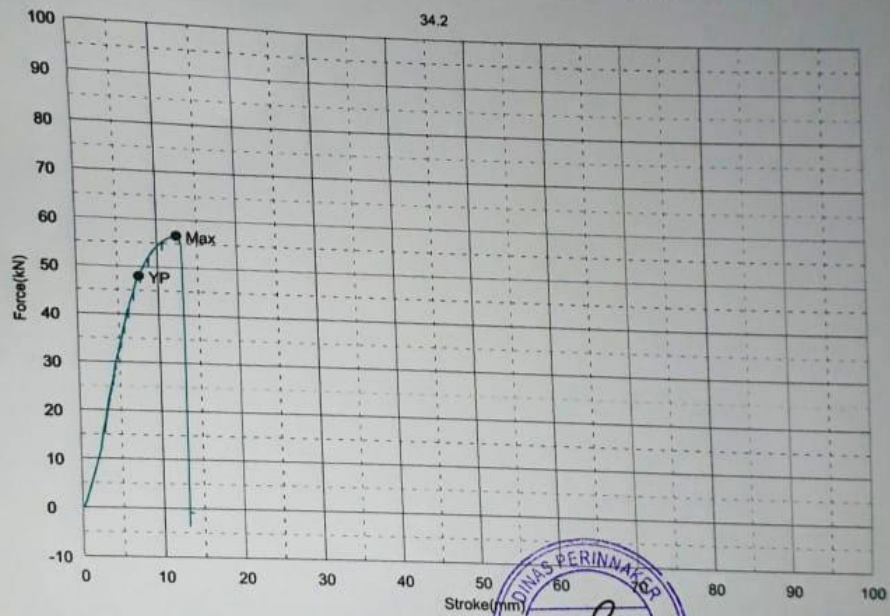


Comment
Customer : 02/2020.43/UTM/34

Date : 2020/02/17
Shape: Rod

Units	Diameter	Gauge Length
1 - 1	mm	mm
	10,3900	50,0000

Name	Max Force	Max Stress	YP Force	YP Stress
Parameter				
Units	kN	N/mm2	0,1 %/FS	0,1 %/FS
1 - 1	56,7500	669,337	kN	N/mm2
			48,0625	566,873



Comment
Customer : 02/2020.43/UTM/34

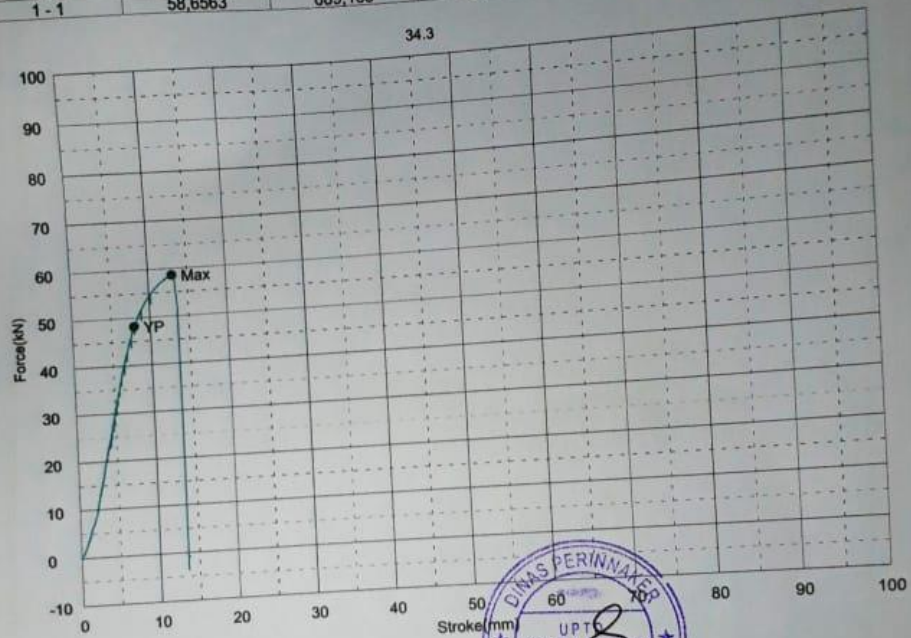


Date : 2020/02/17

Shape: Rod

	Diameter	Gauge Length
Units	mm	mm
1 - 1	10,4100	50,0000

Name	Max Force	Max Stress	YP Force	YP Stress
Parameter			0,1 %/FS	0,1 %/FS
Units	kN	N/mm ²	kN	N/mm ²
1 - 1	58,6563	689,165	48,2188	566,532



Comment
Customer : 02/2020.43/UTM/34





DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek LIK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id



KAN
Komite Akreditasi Nasional
LABORATORIUM PENGUJI
LP-396-ICH

LAPORAN UJI TARIK

Laporan No. : 02/2020.43/UTM/34.4-34.6 Benda Uji : Sesuai JIS Z 2241 : 2011
Pemakai Jasa : ARIEF FATCHURROZY Objek uji : Baja ST 37 dengan Proses Hardening Variasi Quenching Air Laut
Alamat : Universitas Pancasakti Tegal Metode Uji : JIS Z 2241 : 2011
Suhu : 23 °C Mesin Uji : Shimadzu UH 1000 kN
Tgl. Terima : 17 Februari 2020 Jml. Specimen : 3 Pcs
Tgl. Pengujian : 17 Februari 2020 Halaman : 1 dari 4

HASIL UJI :

No.	Kode Sampel	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	34.4	Diameter	mm	10,37
		Beban Tarik Maksimum	kN	71,47
		Kuat Tarik	N/mm ²	846,19
2.	34.5	Diameter	mm	10,34
		Beban Tarik Maksimum	kN	59,81
		Kuat Tarik	N/mm ²	712,30
3.	34.6	Diameter	mm	10,41
		Beban Tarik Maksimum	kN	59,28
		Kuat Tarik	N/mm ²	696,51

Tegal, 18 Februari 2020
Mandir Teknis

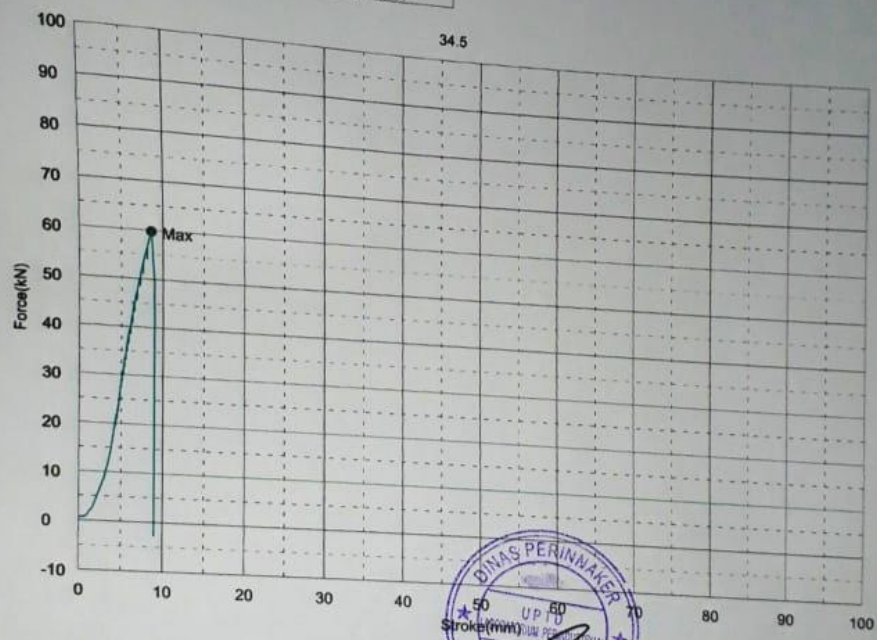
Eko Supriyanto, ST.
NIP. 1974/251-200604 1 093

PERHATIAN :
1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji
2. Tidak diperkenankan menggunakan laporan pengujian ini kecuali seluruhnya tertera persesuaian tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Disperinnaker Kabupaten Tegal

Date : 2020/02/17
Shape: Rod

Units	Diameter	Gauge Length
1 - 1	mm	mm
	10,3400	50,0000

Name	Max Force	Max Stress
Units	kN	N/mm2
1 - 1	59,8125	712,297



Comment
Customer : 02/2020.43/UTM/34





DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek LIK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id



LAPORAN UJI TARIK

Laporan No. : 02/2020.43/UTM/34.7-34.9 Benda Uji : Sesuai JIS Z 2241 : 2011
Pemakai Jasa : ARIEF FATCHURROZY Objek uji : Baja ST 37 dengan Proses Hardening Variasi Quenching Coolant
Alamat : Universitas Pancasakti Tegal Metode Uji : JIS Z 2241 : 2011
Suhu : 23 °C Mesin Uji : Shimadzu UH 1000 kNI
Tgl. Terima : 17 Februari 2020 Jml. Specimen : 3 Pcs
Tgl. Pengujian : 17 Februari 2020 Halaman : 1 dari 4

HASIL UJI :

No.	Kode Sampel	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	34.7	Diameter	mm	10,37
		Kuat Tarik	N/mm ²	503,57
		Kuat Luluh	N/mm ²	374,44
		Regangan	%	25,84
2.	34.8	Diameter	mm	10,54
		Kuat Tarik	N/mm ²	500,71
		Kuat Luluh	N/mm ²	359,59
		Regangan	%	26,44
3.	34.9	Diameter	mm	10,31
		Kuat Tarik	N/mm ²	519,93
		Kuat Luluh	N/mm ²	332,02
		Regangan	%	- ¹⁾

¹⁾Putus diluar gauge length.

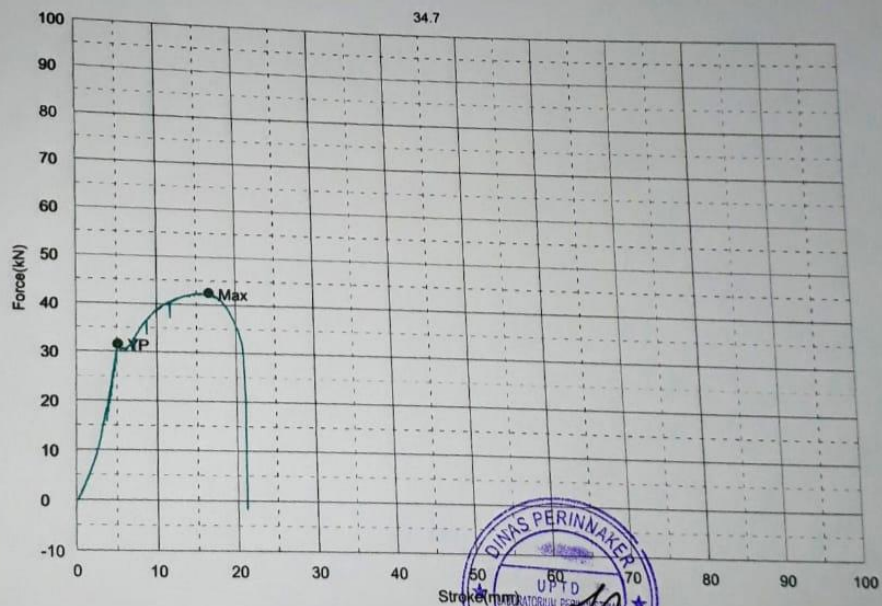
Tegal, 18 Februari 2020
Manajer Teknis
Eko Supriyanto, ST.
NIP. 1974/231-00604 1 093

PENDAHULUAN :
1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji
2. Tidak dipergunakan untuk mengindikasikan laporan pengujian ini kecuali seluruhnya tertera persesuaian tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Disperinnaker Kabupaten Tegal

Date : 2020/02/17
Shape: Rod

Units	Diameter	Gauge Length
1 - 1	mm	mm
1 - 1	10,3700	50,0000

Name	Max Force	Max Stress	YP Force	YP Stress
Parameter				
Units	kN	N/mm ²	0,1 %/FS	0,1 %/FS
1 - 1	42,5313	503,571	kN	N/mm ²
			31,6250	374,441



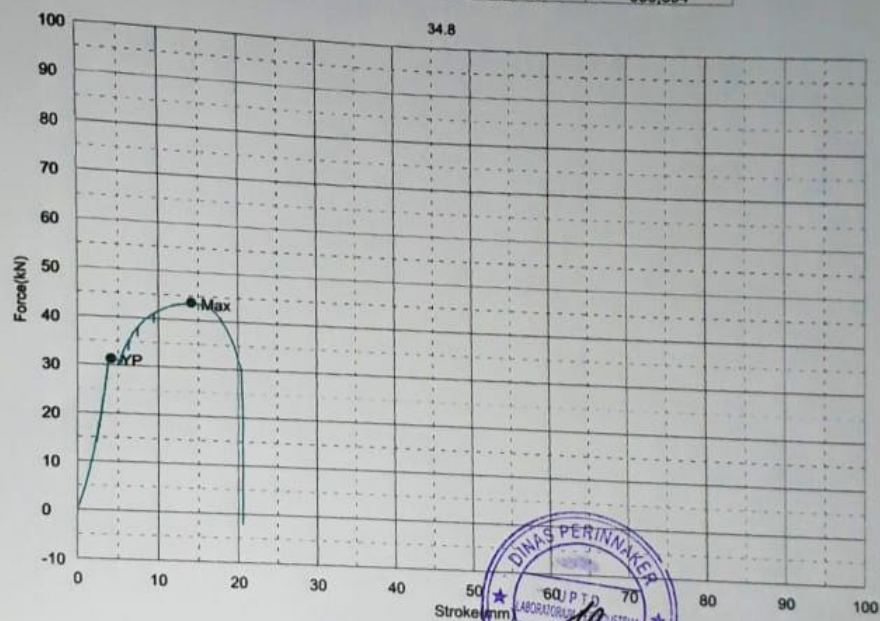
Comment
Customer : 02/2020.43/UTM/34



Date : 2020/02/17
Shape: Rod

Units	Diameter	Gauge Length
1 - 1	mm	mm
	10,5400	50,0000

Name	Max Force	Max Stress	YP Force	YP Stress
Parameter				
Units	kN	N/mm2	0,1 %/FS	0,1 %/FS
1 - 1	43,6875	500,710	kN	N/mm2
			31,3750	359,594



Comment
Customer : 02/2020.43/UTM/34





DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek LIK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id



KAN
Komite Akreditasi Nasional
LABORATORIUM PENGUJIAN
LP-396-IDN

LAPORAN UJI LENGKUNG

Laporan No. : 12/2019.627/ULK/84.7-84.9 Benda Uji : Sesuai JIS Z 2248:2006
Pemakai Jasa : ARIEF FATCHURROZY Objek uji : Baja ST 37 Hardening dengan Variasi Pendinginan Oil SAE 40, Suhu 900 °C, Waktu Penahanan 60 Menit
Alamat : Universitas Pancasakti Tegal Metode Uji : JIS Z 2248:2006
Suhu : 24 °C Mesin Uji : Shimadzu UH 1000 kNl
Tgl. Terima : 30 Desember 2019 Jml. Specimen : 3 Pcs
Tgl. Pengujian : 30 Desember 2019 Halaman : 1 dari 4

HASIL UJI :

No.	Kode Sampel	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	84.7	Diameter	mm	10,10
		Beban Lengkung Maksimum	kN	4,21
		Kuat Lengkung	N/mm ²	1039,61
2.	84.8	Diameter	mm	10,8
		Beban Lengkung Maksimum	kN	7,76
		Kuat Lengkung	N/mm ²	1569,68
3.	84.9	Diameter	mm	10,8
		Beban Lengkung Maksimum	kN	4,90
		Kuat Lengkung	N/mm ²	991,41

Tegal, 31 Desember 2019
Mandiri Teknis
UPTD
LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
NIP. 197412312006041093
KABUPATEN TEGAL

PERHATIAN:
1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji
2. Tidak diperkenankan menggunakan laporan pengujian ini kecuali seluruhnya tanpa persetujuan tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Disperinnaker Kabupaten Tegal

Date : 2019/12/30
Shape: Rod

	Diameter	Lower Support
Units	mm	mm
1 - 1	10,1000	100,0000

Name	Max Force	Max Stress
Units	kN	N/mm2
1 - 1	4,20625	1039,61



Comment
Customer : 12/2019.627/ULK/84

Date : 2019/12/30

Shape: Rod

Units	Diameter mm	Lower Support mm
1 - 1	10,8000	100,0000

Name	Max_Force kN	Max_Stress N/mm2
1 - 1	7,76500	1569,68



Comment

Customer : 12/2019.627/UJK/84

Date : 2019/12/30
Shape: Rod

	Diameter	Lower Support
Units	mm	mm
1 - 1	10,8000	100,0000

Name	Max Force	Max Stress
Units	kN	N/mm2
1 - 1	4,90438	991,408



Comment
Customer : 12/2019.627/ULK/84



DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek LIK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id



KAN
Komite Akreditasi Nasional
LABORATORIUM PENGUJIAN
LP-396-IDN

LAPORAN UJI LENGKUNG

Laporan No. : 12/2019.627/ULK/84.4-84.6 Benda Uji : Sesuai JIS Z 2248:2006
Pemakai Jasa : ARIEF FATCHURROZY Objek uji : Baja ST 37 Hardening dengan Variasi Pendinginan Air Laut, Suhu 900 °C, Waktu Penahanan 60 Menit
Alamat : Universitas Pancasakti Tegal Metode Uji : JIS Z 2248:2006
Suhu : 24 °C Mesin Uji : Shimadzu UH 1000 kNl
Tgl. Terima : 30 Desember 2019 Jml. Specimen : 3 Pcs
Tgl. Pengujian : 30 Desember 2019 Halaman : 1 dari 4

HASIL UJI :

No.	Kode Sampel	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	84.4	Diameter	mm	9,90
		Beban Lengkung Maksimum	kN	5,46
		Kuat Lengkung	N/mm ²	1432,77
2.	84.5	Diameter	mm	10
		Beban Lengkung Maksimum	kN	4,39
		Kuat Lengkung	N/mm ²	1118,86
3.	84.6	Diameter	mm	10,05
		Beban Lengkung Maksimum	kN	3,58
		Kuat Lengkung	N/mm ²	896,85

Desember 2019
Manajer Teknis
Eko Supriyanto, ST
NIP. 197412312006041093

PERSYARATAN :
1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji.
2. Tidak diperkenankan menggunakan laporan pengujian ini kecuali selanjutnya tanpa persetujuan tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Disperinnaker Kabupaten Tegal

Date : 2019/12/30

Shape: Rod

	Diameter	Lower Support
Units	mm	mm
1 - 1	9,9000	100,0000

Name	Max Force	Max Stress
Units	kN	N/mm ²
1 - 1	5,45937	1432,77



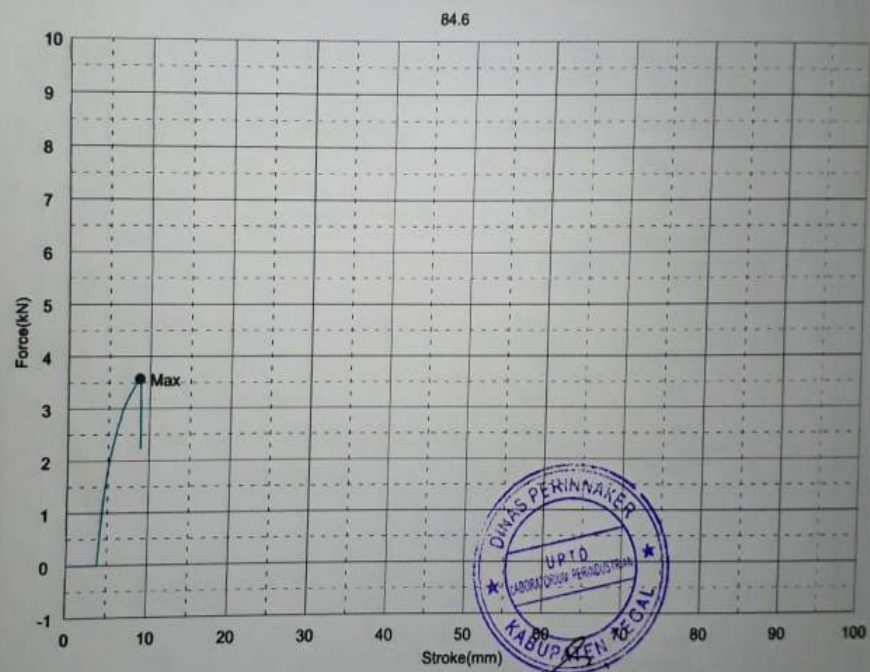
Comment

Customer : 12/2019.627/ULK/84

Date : 2019/12/30
Shape: Rod

	Diameter	Lower Support
Units	mm	mm
1 - 1	10,0500	100,0000

Name	Max Force	Max Stress
Units	kN	N/mm2
1 - 1	3,57500	896,846



Comment
Customer : 12/2019.627/ULK/84



DINAS PERINDUSTRIAN DAN TENAGA KERJA
KABUPATEN TEGAL
UPTD LABORATORIUM PERINDUSTRIAN
Komplek LIK Takaru Jl. Raya Dampyak KM 4 Tegal Telp/Fax : (0283) 357437
Email : labperintgl@gmail.com website : lab.disperinnaker.tegalkab.go.id



LAPORAN UJI LENGKUNG

Laporan No. : 12/2019.627/ULK/84.1-84.3 Benda Uji : Sesuai JIS Z 2248:2006
Pemakai Jasa : ARIEF FATCHURROZY Objek uji : Baja ST 37 Hardening dengan Variasi Pendinginan Coolant, Suhu 900 °C, Waktu Penahanan 60 Menit
Alamat : Universitas Pancasakti Tegal Metode Uji : JIS Z 2248:2006
Suhu : 24 °C Mesin Uji : Shimadzu UH 1000 kN
Tgl. Terima : 30 Desember 2019 Jml. Specimen : 3 Pcs
Tgl. Pengujian : 30 Desember 2019 Halaman : 1 dari 4

HASIL UJI :

No.	Kode Sampel	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	84.1	Diameter	mm	10,15
		Beban Lengkung Maksimum	kN	3,40
		Kuat Lengkung	N/mm ²	829,20
2.	84.2	Diameter	mm	10,3
		Beban Lengkung Maksimum	kN	4,65
		Kuat Lengkung	N/mm ²	1084,51
3.	84.3	Diameter	mm	10,30
		Beban Lengkung Maksimum	kN	2,87
		Kuat Lengkung	N/mm ²	668,38



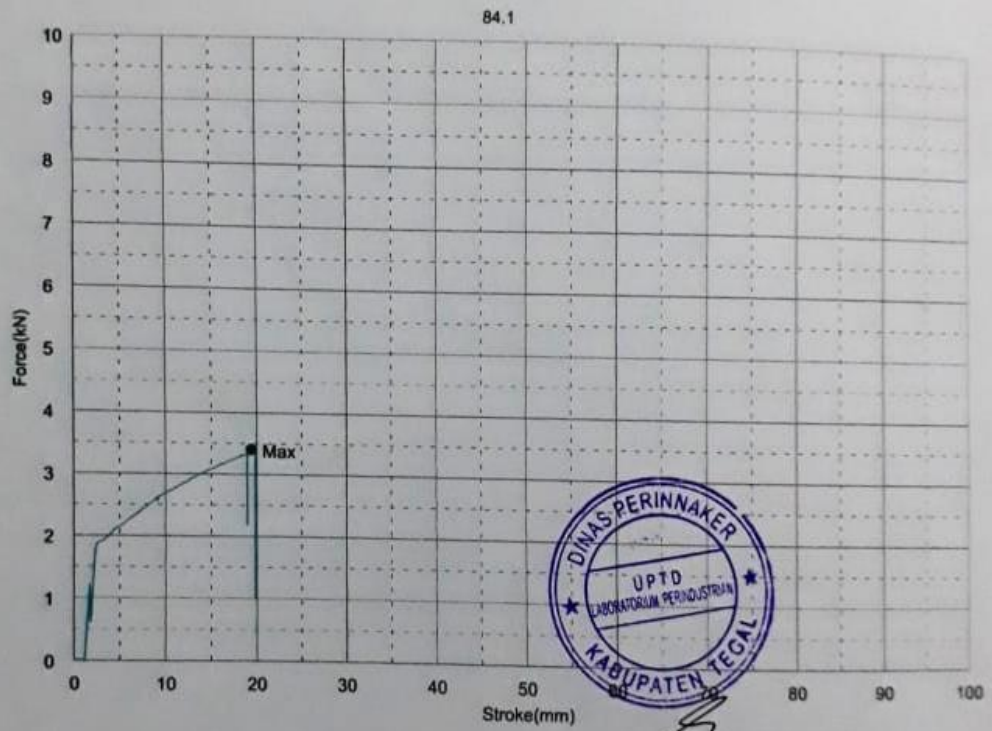
PERIATAN:
1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk benda uji yang diuji
2. Tidak dipergunakan untuk pengambilan laporan pengujian ini kecuali seluruhnya tanpa persetujuan tertulis dari UPTD Laboratorium Perindustrian Disperinnaker Kabupaten Tegal

Date : 2019/12/30

Shape: Rod

	Diameter	Lower Support
Units	mm	mm
1 - 1	10,1500	100,0000

Name	Max_Force	Max_Stress
Units	kN	N/mm2
1 - 1	3,40500	829,200



Comment

Customer : 12/2019.627/ULK/84

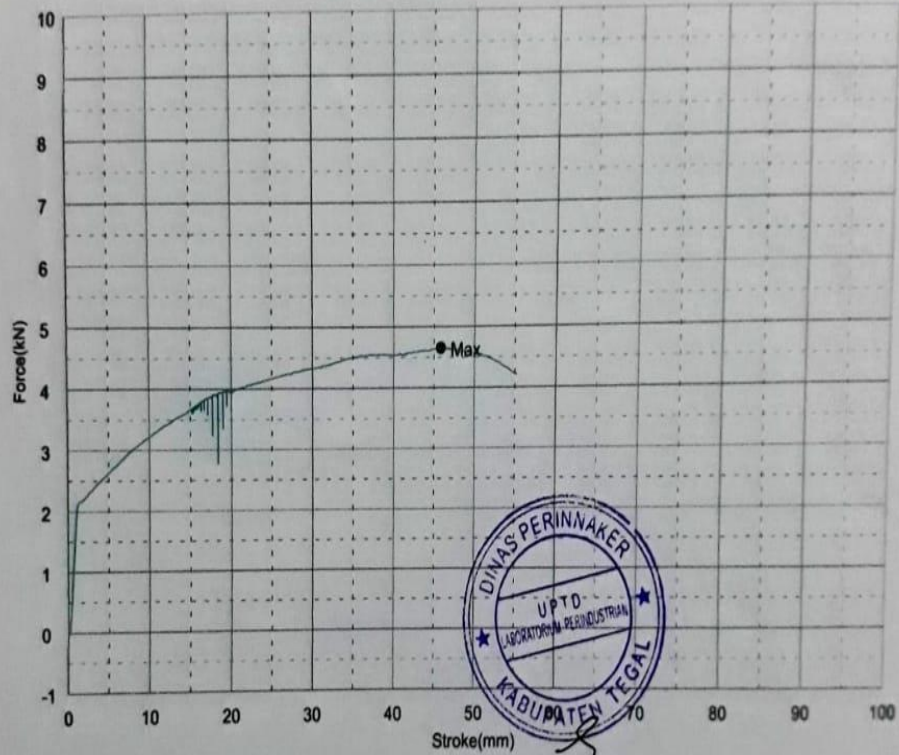
Date : 2019/12/30

Shape: Rod

	Diameter	Lower Support
Units	mm	mm
1 - 1	10,3000	100,0000

Name	Max_Force	Max_Stress
Units	kN	N/mm2
1 - 1	4,65375	1084,51

84.2



Comment

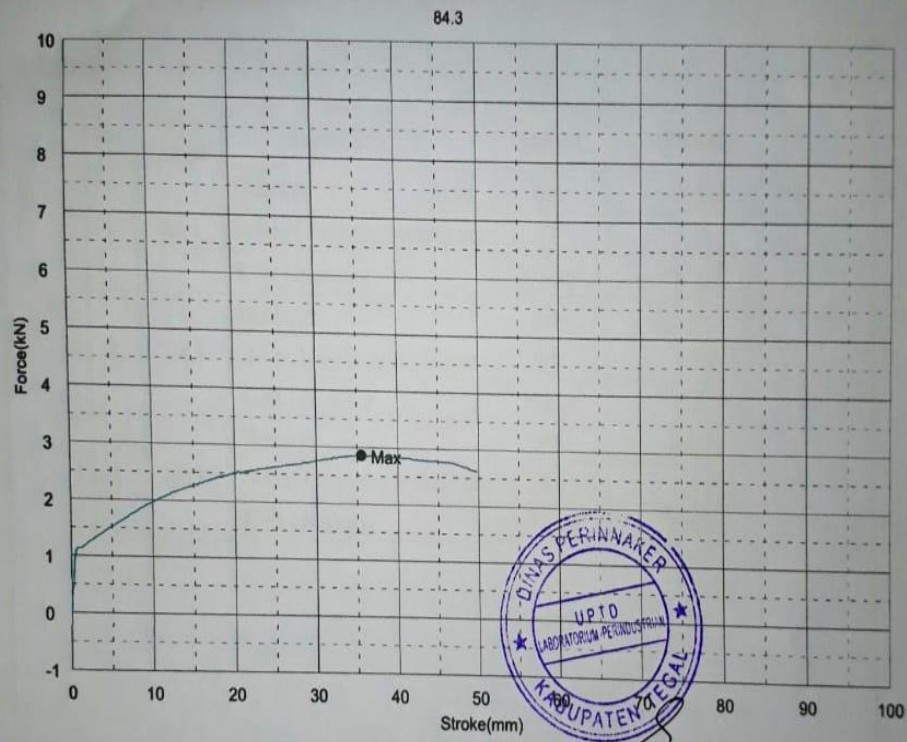
Customer : 12/2019.627/ULK/84

Date : 2019/12/30

Shape: Rod

	Diameter	Lower Support
Units	mm	mm
1 - 1	10,3000	100,0000

Name	Max Force	Max Stress
Units	kN	N/mm2
1 - 1	2,86812	668,385



Comment

Customer : 12/2019.627/ULK/84

